

Ekim 2025

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR



EDİTÖR

PROF. DR. BETÜL TAŞPINAR

Genel Yayın Yönetmeni / Editor in Chief • C. Cansın Selin Temana

Kapak & İç Tasarım / Cover & Interior Design • Serüven Yayınevi

Birinci Basım / First Edition • © Ekim 2025

ISBN • 978-625-5737-60-1

© copyright

Bu kitabın yayın hakkı Serüven Yayınevi'ne aittir.

Kaynak gösterilmeden alıntı yapılamaz, izin almadan hiçbir yolla çoğaltılamaz.

The right to publish this book belongs to Serüven Publishing. Citation can not be shown without the source, reproduced in any way without permission.

Serüven Yayınevi / Serüven Publishing

Türkiye Adres / Turkey Address: Kızılay Mah. Fevzi Çakmak 1. Sokak

Ümit Apt No: 22/A Çankaya/ANKARA

Telefon / Phone: 05437675765

web: www.seruvenyayinevi.com

e-mail: seruvenyayinevi@gmail.com

Baskı & Cilt / Printing & Volume

Sertifika / Certificate No: 47083

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

ALANINDA ULUSLARARASI AKADEMİK
ARAŞTIRMA VE ÇALIŞMALAR

EKİM 2025

EDİTÖR PROF. DR. BETÜL TAŞPINAR

İÇİNDEKİLER

BÖLÜM 1

SPORA DÖNÜŞ KRİTERLERİ IŞIĞINDA ACL VE MENİSKÜS REHABİLİTASYONU	1
<i>Adil SONGUR</i>	1

BÖLÜM 2

SEREBRAL PALSİ REHABİLİTASYONUNDA SANAL GERÇEKLİK: TERAPÖTİK ETKİNLİK VE UYGULAMA STRATEJİLERİNİN KAPSAMLI BİR İNCELEMESİ	25
<i>Mehmet SÖNMEZ</i>	25

BÖLÜM 3

DİYABET VE EGZERSİZ	43
<i>Nazan ÖZTÜRK</i>	43

BÖLÜM 4

YAŞLI BİREYLERDE DÜŞME RİSKİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI	57
<i>Tuğçe AYKUT</i>	57
<i>Tuba ZOROĞLU</i>	57
<i>Ceylan KESİN</i>	57



SPORA DÖNÜŞ KRİTERLERİ IŞIĞINDA ACL VE MENİSKÜS REHABİLİTASYONU

“ ”

Adil SONGUR¹

¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Etlik Behir Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, adilsngr@gmail.com, Orcid ID:0000-0002-1170-1633

Giriş

Diz eklemi, sporcularda en sık yaralanan bölgelerden biri olup, özellikle menisküs ve ön çapraz bağ (ÖÇB-ACL) yaralanmaları, sportif aktiviteler sırasında karşılaşılan en yaygın problemler arasında yer almaktadır. Menisküs yaralanmaları, sporla ilişkili diz yaralanmalarının yaklaşık %52'sini oluşturur ve bu oran, bu tür yaralanmaların spor camiasındaki yaygınlığını açıkça ortaya koymaktadır (Polat vd., 2020: 534). Menisküs, diz ekleminde şok emici bir yapı olarak görev yapar ve eklem stabilitesine katkıda bulunur. Ancak, ani dönme hareketleri, aşırı yüklenme veya travma sonucu menisküs dokusunda yırtıklar meydana gelebilir. Bu yaralanmalar, sıklıkla ACL gibi diğer ligament yaralanmaları ile birlikte görülür ve bu kombinasyon, dizin biomekanik dengesini ciddi şekilde bozabilir (Örs ve Sarpel, 2018: 144-146; Günaydın vd., 2014: 63). ACL, diz ekleminin dinamik stabilitesinde kilit bir rol oynar ve özellikle futbol, basketbol, kayak gibi pivot hareketlerinin yoğun olduğu spor dallarında rüptüre olma riski taşır (Ercan vd., 2017: 7). Bu tür yaralanmalar, sporcunun performansını doğrudan etkileyerek uzun süreli saha dışı kalmaya neden olabilir.

Rehabilitasyon süreci, sporcunun yaralanma sonrası en hızlı ve güvenli şekilde sportif aktivitelerine geri dönmesini hedefler (Küçükdeveci, 2025: 6). Bu süreç, yalnızca fiziksel iyileşmeyi değil, aynı zamanda sporcunun mental ve fonksiyonel hazırlığını da kapsar (Altun ve Pekiyaş, 2025: 235). Rehabilitasyon programlarının temel bileşenleri arasında inflamasyonun kontrol altına alınması, diz ekleminin hareket açıklığının restore edilmesi, kas gücünün ve dayanıklılığının artırılması ve spora özgü fonksiyonel becerilerin yeniden kazandırılması yer alır (Kadioğlu vd., 2021: 581). Ancak, her sporcunun fiziksel durumu, yaralanma tipi ve spor dalının gereklilikleri farklılık gösterdiğinden, rehabilitasyon programlarının bireyselleştirilmesi büyük önem taşır. Evrensel bir rehabilitasyon protokolünün bulunmaması, klinisyenlerin hastaya özgü tedavi planları geliştirmesini zorunlu kılmaktadır.

Son yıllarda, özellikle izole menisküs yırtıkları ve ACL ile kombine menisküs tamirleri sonrası hızlandırılmış rehabilitasyon protokolleri popülerlik kazanmıştır. Bu protokoller, geleneksel yöntemlere kıyasla daha kısa sürede spora dönüşü mümkün kılmayı amaçlar. Hızlandırılmış rehabilitasyon, erken dönemde kontrollü hareket ve yüklenmeye izin vererek kas atrofisini önlemeyi ve eklem fonksiyonunu hızlıca restore etmeyi hedefler (Kaya vd., 2018: 252; Kasapoğlu vd., 2022: 86-87). Bununla birlikte, bu tür protokollerin başarısı, spora dönüş kriterlerinin titizlikle uygulanmasına bağlıdır. Spora dönüş kararında, yalnızca fiziksel iyileşme değil, aynı zamanda sporcunun psikolojik hazırlığı, propriyosepsiyon, denge ve spora özgü hareket paternlerindeki yeterliliği de dikkate alınmalıdır (Webster vd., 2022: 955; McPherson, 2019: 857). Bu makalede, ACL ve menisküs yaralanmalarının rehabilitasyon

sürecinde güncel yaklaşımlar, spora dönüş kriterleri ve bu süreçte karşılaşılan zorluklar detaylı bir şekilde ele alınacaktır.

Sporcularda ACL ve Menisküs Yaralanmaları

Ön çapraz bağ (ACL) ve menisküs yaralanmaları, spor dünyasında oldukça yaygın görülmekte olup, çoğu zaman sporcuları uzun süre sahalardan uzak bırakmakta ve tam iyileşme süreçlerinde ciddi zorluklar doğurmaktadır. Bu tür yıpratıcı yaralanmalar yalnızca bireyin sportif faaliyetlerini kesintiye uğratmakla kalmamakta, aynı zamanda genel yaşam kalitesi üzerinde de önemli etkiler yaratmaktadır (Ekizoğlu ve Sever, 2023: 228). Bununla birlikte, etkili bir rehabilitasyon süreci, güvenli ve başarılı bir şekilde spora dönüşün anahtarı niteliğindedir. Bu süreçte, psikolojik hazırlık, gerekli fiziksel kriterlerin sağlanması ve kişiselleştirilmiş iyileşme programlarının geliştirilmesi arasında hassas bir denge kurulması gerekmektedir (Harput vd., 2020: 640). Sporcuların fiziksel kapasitelerini yeniden kazanmalarının yanı sıra, özgüvenlerini ve zihinsel dayanıklılıklarını tekrar inşa etmeleri de büyük önem taşımaktadır. Güç, stabilite ve fonksiyonel hareket kabiliyetinin yeniden kazanılması kritik aşamaları oluştururken, sporcunun kendi performansına dair inancı ve kendine güveni de aynı derecede belirleyici olmaktadır (Özbek vd., 2021 :16). Bu noktada, bireysel ihtiyaç ve hedeflere göre tasarlanan kişiselleştirilmiş rehabilitasyon programları hem fiziksel hem de psikolojik iyileşme süreçlerinin bütüncül bir biçimde ele alınmasına olanak tanımakta ve sporcuların yalnızca yaralanmalarını aşmalarını değil, aynı zamanda daha dirençli ve gelecekteki sakatlanmalara karşı daha donanımlı hale gelmelerini de sağlamaktadır (Tunay ve Tok, 2017: 127).

ACL ve menisküs yaralanmaları genellikle spor sırasında yüksek enerjili travmalar veya tekrarlayan mikrotravmalar sonucu ortaya çıkar. ACL yaralanmaları, diz ekleminin ani rotasyonel hareketleri, hiperekstansiyon veya doğrudan travma (örneğin, temas sporlarında çarpışma) gibi mekanizmalarla oluşur. Özellikle futbol, basketbol ve kayak gibi diz ekleminin hızlı yön değiştirme veya ani durma hareketlerine maruz kaldığı sporlarda sık görülür (Örs ve Sarpel, 2018: 141; Turan ve Uçaner, 2010: 6). Menisküs yaralanmaları ise genellikle dizin bükülü pozisyonda rotasyonel kuvvetlere maruz kalmasıyla meydana gelir. Bu yaralanmalar, menisküsün yırtılmasına veya kopmasına yol açabilir ve sıklıkla ACL yaralanmalarıyla birlikte görülür. ACL yaralanmaları sonrası artrojenik kas inhibisyonu, kas kontrolünün kaybına ve fonksiyonel instabiliteye yol açabilir (Ercan vd., 2017: 9). Bu durum, dizin biomekanik dengesini bozarak eklemde ek yüklenmelere neden olabilir ve menisküs gibi diğer yapıları riske atabilir. Ayrıca, yetersiz ısınma, kas denge-sizlikleri, zayıf nöromüsküler kontrol ve uygun olmayan teknikler de bu tür yaralanmaların riskini artıran faktörlerdir.



Şekil 1. *Dizin yaralanma mekanizmaları*

ACL ve menisküs yaralanmaları, diz ekleminin stabilitesini ve hareket kabiliyetini ciddi şekilde etkiler. ACL, dizin ön-arka ve rotasyonel stabilitesinden sorumludur. Bu nedenle yırtılması durumunda dizde instabilite, şişlik ve hareket kısıtlılığı ortaya çıkar. Menisküs yaralanmaları ise eklem yüzeylerinin yük dağılımını bozarak ağrı, kilitlenme ve eklemden mekanik semptomlara neden olabilir (Polat vd., 2020: 507-510).

Ön Çapraz Bağ (ACL) yaralanmaları ve rekonstrüksiyonu sonrası kuadriseps zayıflığı, etkili bir rehabilitasyon yönetiminde önemli bir engel oluşturmaktadır. Kas gücü kaybı ve hareket açıklığındaki azalma (ekstansiyon kaybı gibi), sporcunun performansını doğrudan etkiler. Bu yaralanmalar, sporcunun koşma, hızlanma, yavaşlama, yön değiştirme ve çeviklik gibi yüksek yoğunluklu ve çok yönlü hareket yetkinliklerinin temelini oluşturan uygun koşu mekanizmasını kısıtlar (Fizyodemi, 2023; Harput, 2020: 640; Physi-otutors, 2022).

Özellikle ACL rekonstrüksiyonunu takiben kuadriseps ve hamstring kaslarında güç kaybı sıkça görülür. Cerrahi sonrası rehabilitasyonun ilk aşamalarında bile, opere edilen dizin hem ekstansiyon hem de fleksiyon fazlarında, opere edilmeyen tarafa kıyasla istatistiksel olarak anlamlı kuvvet kayıpları tespit edilmiştir. Bu durum, ekstremiteler arasında kuvvet asimetrisine yol açar (Cerci vd., 2023: 1-6). Kuadriseps kuvvetindeki asimetrisi, değişen koşu kinematiki ile yakından ilişkilidir ve alt ekstremiteler arasındaki bu farklılıklar, ikincil ACL hasarı için bir risk faktörü olarak kabul edilmektedir. Klinik olarak, spora dönüş (RTS) kriterlerinde başarısız olan sporcularda yeniden yaralanma oranının, kriterleri geçene göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Dıngırdan, 2023).

ACL rekonstrüksiyonu sonrası gözlemlenen kuadriseps aktivasyon bozukluğu, sadece kas atrofiyle değil, aynı zamanda Artrojenik Kas İnhibisyonu (AKİ) adı verilen nöral bir inhibisyon süreciyle de ilişkilidir. AKİ, diz yaralanması veya ameliyatı sonrasında kuadriseps kasının refleksif nörolojik olarak kapanmasına yol açar ve kuadriseps motor nöronlarında artan inhibisyon, kas aktivasyonu problemlerine neden olur (Cavaignac, 2025; Sonner-

y-Cottet, 2019). AKİ'nin sonuçları arasında kalıcı yürüme anormallikleri, diz fonksiyonunda azalma ve erken osteoartrit (OA) riski bulunmaktadır.

Bu bağlamda, kas kuvveti dengesizlikleri ve biyomekanik bozulmalar sadece fonksiyonel performansı değil, aynı zamanda diz eklemine yapısal bütünlüğünü de tehdit eder (Kuru vd., 2012: 274-275). Menisküs ve ön çapraz bağ gibi stabilizatör yapıların yaralanmaları sonrasında eklemde yük dağılımı değişir ve komşu dokular üzerindeki mekanik stres artar (Ordu vd., 2014, 178). Menisküsler, femur ve tibia arasındaki temas yüzeyi alanını artırarak eklem kıkırdağındaki stres yoğunlaşmasını önler ve dize gelen yüklerin önemli bir kısmını (günlük aktiviteler sırasında %35–50) taşır. Menisektomi sonrasında eklem temas yüzeyinin önemli ölçüde azalması ve birim alana düşen en yüksek temas kuvvetinin (%235'e kadar artış) komşu kıkırdağın erken OA geliştirmesine yol açtığı bilinmektedir (Çiçek vd., 2018: 192-193; Pınar, 2004: 47).

Bu nedenle, cerrahi müdahaleler (ACL rekonstrüksiyonları dahil), hasarlı dokunun onarımıyla sınırlı kalmamalı, eklem biyomekaniğini koruyacak şekilde planlanmalıdır. Eğer menisküsler sağlamsa, cerrahide amaç tekrarlayan subluksasyonlara bağlı yırtılmalardan menisküsleri korumak olmalıdır. Rehabilitasyon ise sadece kas kuvvetini değil, aynı zamanda nöromusküler açıkları ve biyomekanik dengesizlikleri hedefleyerek planlanmalıdır

Cerrahi Yaklaşımlar ve Rehabilitasyon Süresi

Menisküs dokusu, diz eklemine normal fonksiyonları için vazgeçilmez bir yapıdır ve yük iletimi, şok emilimi, eklem stabilitesi, propriyosepsiyon, eklem kıkırdağı lubrikasyonu ve beslenmesi gibi kritik işlevleri yerine getirir (Yılmaz ve Gürger, 2018: 107; Kalkışım ve Öner, 2022: 985). Menisküslerin korunması, diz eklemine biyomekanik dengesi ve stabilitesi için büyük önem taşır. Bu nedenle, menisküsün diz biyomekaniğindeki önemi anlaşıldıkça, cerrahi tedavide temel amaç meniskal dokuyu mümkün olduğunca korumak olmuştur. Geleneksel olarak uygulanan parsiyel menisektomi, menisküsün hasarlı kısmının çıkarılmasını içerir. Ancak, bu işlem, diz eklemine temas alanını %40–75 oranında azaltabilir ve birim alana düşen tepe temas kuvvetinin parsiyel medial menisektomi sonrası %65 oranında artmasına veya menisküs hacminde %16–34'lük kayıp sonrasında temas basıncında %350'ye varan artışa neden olabilir (Karaoğlu ve Karaaslan, 2018: 132; Pınar, 2004: 47; Yılmaz ve Gürger, 2018: 110). Bu ciddi biyomekanik değişiklikler, uzun vadede eklem kıkırdağında aşınmaya ve erken gelişen osteoartrit riskinde artışa yol açar (Kaya vd., 2018: 257; Binnet, t.y.: 1). Total menisektomi uygulanan dizlerin %65'inde radyografik dejeneratif değişikliklerin geliştiği bildirilmiştir (Kalkışım ve Öner, 2022: 985). Bu uzun vadeli riskleri azaltmak amacıyla son yıllarda menisküs tamiri, parsiyel menisektominin yerini alan ve daha iyi uzun vadeli fonksiyonel sonuçlar ile daha yüksek aktivite düzeyi sağlayan ter-

cih edilen bir yöntem haline gelmiştir (Binnet, t.y: 2-3: Çiçek vd., 2018: 193).

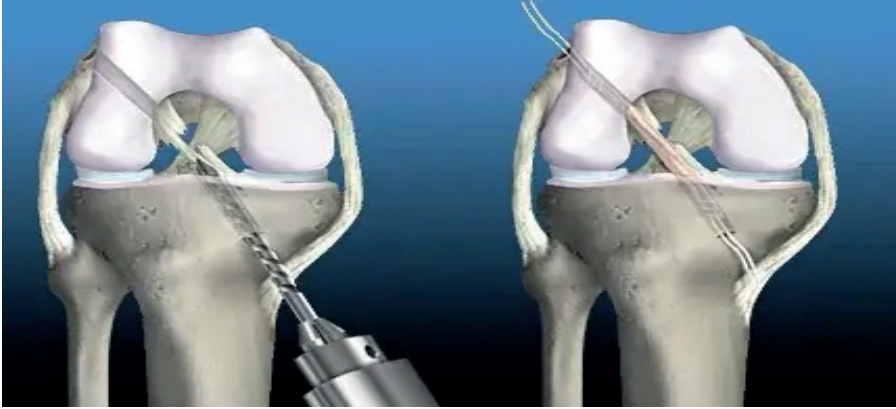
Menisküs tamiri, menisküsün doğal yapısını ve işlevini koruma potansiyeline sahip olsa da postoperatif dönemde uygulanan kısıtlamalar sporcuların spora dönüş süresini uzatabilir (Tandoğan ve Kayaalp, 2025). Rehabilitasyon programı, yırtığın tipi, yeri ve cerrahi tekniğe göre belirlenmeli, yük verme ve diz fleksiyonu kısıtlamaları, tamir edilen menisküsün iyileşme sürecinde zarar görmesini önleyecek şekilde planlanmalıdır (Kasapoğlu vd., 2022: 84; Kaya vd., 2018: 252). Genellikle ilk 2 hafta tam ekstansiyonda kilitli ve ağırlık vermeden mobilizasyon önerilirken, 2-4. haftalarda kısmi yüklenmeye, 4-6. aylarda ise spora dönüşü izin verilir (Kalkışım ve Öner, 2022: 986; Binnet, t.y.: 2). ACL rekonstrüksiyonu ile birlikte menisküs tamiri yapılan hastalarda erken dönemde uygulanan kısıtlayıcı rehabilitasyon, Quadriceps femoris kas kuvveti ve tam ekstansiyon derecesi üzerinde olumsuz etki gösterebilir. Bu durum, özellikle profesyonel sporcuların zaman baskısı nedeniyle menisektomiye tercih etmesine neden olabilmektedir (Kasapoğlu vd., 2022: 84-85). Artroskopik menisektomi sonrasında sporcular genellikle birkaç hafta içinde spora dönebilirken, parsiyel menisektomi sonrası rehabilitasyon süreci ağrı ve fonksiyon temelli olarak ilerler (Tandoğan ve Kayaalp, 2025). Ancak menisektominin uzun dönemde eklem kıkırdağında dejeneratif değişiklik riskini artırdığı, buna karşılık menisküs tamirinin dizin uzun dönem sağlığı açısından en uygun seçenek olduğu unutulmamalıdır. Güncel çalışmalar, hızlandırılmış rehabilitasyon programlarıyla standart protokollere benzer klinik sonuçlar elde edildiğini ve tekrar yırtık riskinin artmadığını göstermektedir. Bu nedenle erken dönemde eklem kontrolü yüklenmesinin postoperatif komplikasyonların azaltılmasında faydalı bir strateji olabileceği vurgulanmaktadır (Kasapoğlu vd., 2022: 90; Kaya vd., 2018: 257).

Ön çapraz bağ (ACL) yaralanmaları için cerrahi tedavi genellikle rekonstrüksiyon şeklinde gerçekleştirilir. Ön çapraz bağ (ACL) rekonstrüksiyonu, diz eklemine stabilitesini yeniden sağlamak için sıkça uygulanan bir cerrahi yöntemdir. İki temel teknik öne çıkar: tek demet (single-bundle) ve çift demet (double-bundle) rekonstrüksiyon. Tek demet rekonstrüksiyon, ACL'nin anteromedial veya posterolateral demetlerinden birini yeniden oluşturur (Pepele vd., 2015: 131-135). Daha az invaziv olan bu yöntem, erken rehabilitasyon sürecinde avantaj sağlayabilir, ancak dizin rotasyonel stabilitesini tam olarak geri kazanmada sınırlı kalabilir (Beynnon vd., 2005). Çift demet rekonstrüksiyon ise ACL'nin her iki demetini taklit ederek dizin doğal biyomekaniğini daha iyi restore etmeyi hedefler. Bu yöntem, daha karmaşık bir cerrahi prosedür gerektirir ve rehabilitasyon sürecinde daha dikkatli bir ilerleme talep eder.

Cerrahide kullanılan greft tipi, iyileşme sürecini doğrudan etkiler. Örneğin, patellar tendon grefti kemik tüneline genellikle 6-8 haftada entegre olurken, hamstring tendon greftinde bu süre 8-12 haftaya uzayabilir (Harput

vd., 2020: 642). Bu farklılıklar, rehabilitasyonun erken döneminde egzersiz yoğunluğunu ve türünü belirlemede kritik rol oynar.

ACL rekonstrüksiyonu ve menisküs cerrahisi sonrası rehabilitasyon süreci, cerrahi yönteme, sporcunun bireysel ihtiyaçlarına ve eşlik eden yaralanmalara bağlı olarak farklılık gösterir. ACL rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyon genellikle en az altı ay sürer, ancak tam spora dönüş için daha uzun bir süre gerekebilir (Harput vd., 2020: 641). Erken rehabilitasyon dönemi, greftin en hassas olduğu ilk dört haftada inflamasyon kontrolüne, eklem hareket açıklığının kademeli artırılmasına ve kas atrofisinin önlenmesine odaklanır. Greftin kemik tüneline entegrasyonu ilerledikçe, kuvvetlendirme egzersizleri ve propriyoseptif çalışmalar programa eklenir. Eşlik eden menisküs yaralanmaları veya kıkırdak hasarı, süreci karmaşıktırabilir ve spora dönüş süresini uzatabilir (Harput vd., 2020: 641). Menisküs tamiri sonrası ise doku iyileşmesini desteklemek için daha uzun süreli immobilizasyon gerekebilir, bu da erken dönemde aktif hareketlere başlamayı zorlaştırabilir.



Şekil 2. Ön Çapraz Bağ Rekonstrüksiyonu (Acilameliyat.com, Erişim: 04.10.2025)

Spora dönüş kararında, yalnızca fiziksel iyileşme değil, aynı zamanda sporcunun psikolojik hazırlığı, kas gücü dengesi, propriyosepsiyon ve spora özgü fonksiyonel performans testlerindeki başarısı da dikkate alınmalıdır. Hızlandırılmış rehabilitasyon protokolleri, özellikle son yıllarda popülerlik kazanmış olsa da bu protokollerin uygulanmasında dikkatli bir denge kurulmalıdır. Erken dönemde agresif egzersizler, greftin iyileşme sürecini riske atabilirken, aşırı koruyucu yaklaşımlar ise kas zayıflığına ve eklem sertliğine yol açabilir. Bu nedenle, cerrahi yaklaşım ve rehabilitasyon süreci, multidisipliner bir ekip tarafından bireyselleştirilmiş bir şekilde planlanmalı ve uygulanmalıdır.

Rehabilitasyon Aşamaları ve Temel Prensipler

Rehabilitasyon, menisküs ve ön çapraz bağ (ACL) yaralanmalarının tedavisinde yalnızca cerrahi sonrası değil, cerrahi öncesinde de başlayan kapsam-

lı bir süreçtir. Preoperatif dönemde uygulanan rehabilitasyon, diz eklemine cerrahiye en uygun koşullarda hazırlanmasını sağlar (Antunes vd., 2023: 298; Physioperformanceclinic, 2019). Bu süreç, kas gücünün korunması, inflamasyonun azaltılması ve eklem hareket açıklığının (EHA) optimize edilmesi gibi unsurları içerir (Ardern vd., 2017, 596-600; Logerstedt vd., 2011). İyi hazırlanmış bir diz eklemi, cerrahi sonrası fonksiyonel performansı artırarak komplikasyon risklerini en aza indirir ve iyileşme sürecini hızlandırır (Harput vd., 2020: 641). Preoperatif hazırlık, özellikle kuadriseps ve hamstring kaslarının gücünü koruyarak cerrahi sonrası kas atrofisini önlemede kritik bir rol oynar. Ayrıca, sporcunun cerrahiye mental olarak hazırlanması ve tedavi sürecine dair beklentilerinin netleştirilmesi, rehabilitasyonun başarısını doğrudan etkileyen faktörler arasında yer alır (Eitzen vd., 2009: 371-376; Kruse vd., 2012: 1742-1745).

1. Postoperatif Erken Dönem

Postoperatif erken dönemde rehabilitasyonun birincil hedefleri, inflamasyonun kontrol altına alınması, normal eklem hareket açıklığının (EHA) geri kazandırılması ve kuadriseps kas kontrolünün sağlanmasıdır (Harput vd., 2020: 642). Bu dönemde, cerrahi sonrası doku iyileşmesini desteklemek için dikkatli bir yaklaşım benimsenmelidir. İnflamasyonu azaltmak için soğuk terapi, kompresyon ve elevasyon gibi yöntemler sıklıkla kullanılır. Aynı zamanda, diz eklemine hareket kabiliyetini yeniden kazanmak ve kas inhibisyonunu önlemek için kontrollü egzersizler uygulanır (Moiroux-Sahraoui vd., 2024).

2. Eklem Hareketi ve Ağırlık Aktarımı

Diz eklemine tam ekstansiyonu, cerrahi sonrası mümkün olan en kısa sürede kazanılmalıdır, çünkü ekstansiyondaki kısıtlılık kuadriseps kasının aktivasyonunu olumsuz etkiler ve uzun vadede osteoartrit riskini artırabilir. Erken dönemde pasif ve aktif hareket açıklığı egzersizleri, eklem sertliğini önlemek ve normal hareket paternlerini geri kazandırmak için kritik öneme sahiptir. İzole ACL rekonstrüksiyonu geçiren hastalarda, ekstremiteye tam ağırlık verme genellikle cerrahi sonrası hemen teşvik edilir, çünkü bu, kas aktivasyonunu destekler ve eklem üzerindeki yük dağılımını normalize eder. Ancak, eşlik eden menisküs tamiri gibi durumlarda, menisküs dokusunun iyileşmesini korumak için ağırlık aktarımı daha kademeli bir şekilde uygulanır. Bu hastalarda, tam ağırlık aktarımı genellikle cerrahi sonrası 4-6 hafta arasında tamamlanır ve bu süreçte koltuk değneği gibi yardımcı cihazlar kullanılabilir (Harput vd., 2020: 643; Noll, 2015: 1; Shelbourne, 2012: 108).

3. Kuvvetlendirme ve Nöromusküler Eğitim

Kuadriseps kasında inhibisyon, ACL rekonstrüksiyonu sonrası en sık karşılaşılan sorunlardan biridir ve bu durum, dizin fonksiyonel stabilitesi-

ni olumsuz etkiler (Harput vd., 2020: 642). Bu nedenle, cerrahi sonrası ilk günden itibaren Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu (NMES) gibi yöntemler kullanılarak kuadriseps kasının yeniden aktive edilmesi hedeflenir (Kim vd., 2010: 383-391; Harput vd., 2020: 642). NMES, kas kontraksiyonlarını uyarak kas atrofisini önler ve kas kontrolünü geri kazandırır. Erken dönemde uygulanan Kapalı Kinetik Zincir Egzersizler (KKZE), örneğin çömelme, hamle ve leg press, iyileşmekte olan greft üzerine minimal stres uygularken eklem stabilitesini artırır ve spora özgü fonksiyonel hareketlere daha yakın bir deneyim sunar (Harput vd., 2020: 644). Bu egzersizler hem kas gücünü geliştirmek hem de eklemdeki propriyoseptif geri bildirimi iyileştirmek için tasarlanmıştır.

Açık Kinetik Zincir Egzersizler (AKZE), örneğin dirençli diz ekstansiyonu, cerrahi sonrası 4. haftadan itibaren dikkatli bir şekilde programa dahil edilebilir. Bu egzersizler, başlangıçta dirençsiz olarak ve 90°–45° diz fleksiyon/ekstansiyon aralığında uygulanmalıdır. Hamstring tendon grefti kullanılan hastalarda, izole dirençli hamstring kuvvetlendirme egzersizleri (örneğin, leg curl) greftin iyileşme sürecine zarar vermemek için cerrahiden en az 8 hafta sonra başlatılır (Harput vd., 2020: 644). Bu aşamada, egzersizlerin yoğunluğu ve türü, greftin kemik tüneline entegrasyon durumuna göre dikkatlice ayarlanmalıdır.

4. Proprioepsiyon Eğitimi

Proprioepsiyon, eklem uzaydaki pozisyonunu algılama ve kontrol etme yeteneği olarak tanımlanır ve diz yaralanmalarından sonra bu yetenek genellikle bozulur (Zheng vd., 2025: 1). Proprioepsiyon eğitimi, rehabilitasyonun erken dönemlerinden itibaren başlatılmalı ve sporcunun tam iyileşmesine kadar devam etmelidir (Harput vd., 2020: 644). Bu eğitim, denge tahtaları, trambolin gibi stabil olmayan platformlar üzerinde yapılan egzersizler ve spora özgü becerilerin geliştirilmesini içerir. Örneğin, tek bacak üzerinde denge çalışmaları veya dinamik hareketler, eklem stabilitesini ve koordinasyonunu iyileştirir. Proprioepsiyon eğitimi, sporcunun saha içinde ani yön değişiklikleri veya pivot hareketleri gibi karmaşık hareketleri güvenli bir şekilde gerçekleştirebilmesi için kritik öneme sahiptir (Ergen vd., 2007: 62). Ayrıca, bu eğitim, yaralanma riskini azaltarak sporcunun kendine güvenini artırır ve spora dönüş sürecini psikolojik olarak destekler (Zheng vd., 2025: 2).



Şekil 3. Propriosepsiyon eğitimi

Rehabilitasyon sürecinin her aşamasında, bireyselleştirilmiş bir yaklaşım benimsenmelidir. Sporcunun yaşı, spor dalı, yaralanmanın şiddeti ve eşlik eden patolojiler, rehabilitasyon programının tasarımında belirleyici faktörlerdir. Ayrıca, cerrahi sonrası dönemde fizyoterapist, ortopedi uzmanı ve spor hekimi gibi multidisipliner bir ekibin işbirliği, sürecin başarısını artırır. Rehabilitasyonun uzun vadeli hedefleri, yalnızca spora dönüş değil, aynı zamanda sporcunun kariyerini sürdürebilmesi için eklem sağlığının korunması ve gelecekteki yaralanma riskinin en aza indirilmesidir. Bu bağlamda, spora dönüş kriterleri titizlikle değerlendirilmelidir. Kas gücü, eklem stabilitesi, propriyosepsiyon ve fonksiyonel performans testleri gibi ölçütler dikkate alınmalıdır.

Spora Dönüş (RTS) Kriterleri

Spora dönüş (Return to Sport, RTS) kararı, özellikle ön çapraz bağ (ACL) rekonstrüksiyonu ve menisküs yaralanmaları sonrası rehabilitasyon sürecinin en kritik aşamalarından biridir. Bu karar, yalnızca fiziksel iyileşme ile sınırlı kalmayıp, sporcunun fonksiyonel performansı, psikolojik hazırlığı ve klinik durumunun kapsamlı bir değerlendirmesini gerektirir (Waldron vd., 2022: 175-176; Ahsan, 2023: 1-2). RTS süreci, yalnızca sporcunun saha veya kortta aktif hale gelmesini değil, aynı zamanda gelecekteki yaralanma riskini en aza indirerek uzun vadeli eklem sağlığını ve spor kariyerini korumayı amaçlar. Bu nedenle, spora dönüş kararı, objektif performansa dayalı testler,

subjektif değerlendirme araçları ve klinik muayene bulgularının bir kombinasyonu ile verilmelidir (Harput vd., 2020: 642, 645). Bu kriterler, sporcunun diz fonksiyonlarının güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini ve spora özgü hareketlerin güvenli bir şekilde gerçekleştirilebilmesini sağlar.

RTS Kriterlerinin Temel Unsurları

Menisküs ve ACL yaralanmaları sonrası spora dönüş için standartlaştırılmış kriterler, rehabilitasyon sürecinin başarısını ölçmek ve sporcunun hazır olduğunu doğrulamak için kullanılır. Bu kriterler, klinik bulgular, kas gücü, fonksiyonel performans ve psikolojik hazırlık olmak üzere dört temel başlık altında incelenebilir (Harput vd., 2020: 645). Aşağıda, bu kriterler detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

1. Klinik Kriterler

Spora dönüş, özellikle diz eklemiyle ilgili yaralanmalardan sonra, dikkatli bir klinik değerlendirme gerektirir. Diz eklemının stabil ve sağlıklı bir durumda olması, bireyin spora güvenli bir şekilde geri dönebilmesi için temel bir ön koşuldur. Bu bağlamda, dizde ağrı ve efüzyon (şişlik) gibi semptomların olmaması veya minimal düzeyde olması kritik bir gerekliliktir (Harput vd., 2020: 645). Ağrı ve efüzyon, eklemın hala iyileşme sürecinde olduğunu veya aşırı yüklendiğinin bir göstergesi olabilir. Bu durumlar, eklemın spora dönüş için uygun olmadığını gösterir ve genellikle rehabilitasyon sürecinin yeniden değerlendirilmesini gerektirir. Örneğin, efüzyon, eklem içinde sıvı birikimini ifade eder ve bu durum genellikle inflamatuvar bir sürecin veya eklem içi yapıların (menisküs, kıkırdak veya bağlar) hasarının bir göstergesidir. Ağrı ise, genellikle kas-iskelet sisteminde bir dengesizlik, aşırı yüklenme veya yetersiz iyileşme olduğunu işaret eder. Bu nedenle, spora dönüş öncesinde ağrının ve efüzyonun tamamen ortadan kalkması veya minimal düzeye inmesi hedeflenir ((Harput vd., 2020: 640-642; Baltacı vd., 2012: 195).

Spora dönüş için bir diğer temel kriter, ağrısız tam diz hareket açıklığı (EHA) sağlanmış olmasıdır. Tam EHA, diz eklemının hem fleksiyon (bükülme) hem de ekstansiyon (düzleşme) hareketlerinde karşı taraf dizle simetrik ve kısıtlamasız bir şekilde çalışabilmesini ifade eder (Koç vd., 2021, s. 31). Bu, dizin fonksiyonel kapasitesini geri kazanması ve kas inhibisyonunun önlenmesi için kritik bir öneme sahiptir. EHA'nın tam olarak sağlanamaması, eklemın biyomekanik dengesinin bozulmasına, kas güçsüzlüğüne ve hareket sırasında kompensatuar (telafi edici) hareketlere yol açabilir (Harput vd., 2020: 640-645). Bu durum, uzun vadede sekonder yaralanmalara veya eklemın aşırı yüklenmesine neden olabilir. Örneğin, diz fleksiyonunda kısıtlılık, koşu veya sıçrama gibi aktivitelerde uygun hareket paterninin oluşmasını engelleyebilir ve bu da performans düşüklüğüne veya yeni yaralanmalara zemin hazırlayabilir. Benzer şekilde, ekstansiyon kaybı, quadriceps kasının etkinliğini azaltabilir ve yürüme veya merdiven çıkma gibi temel hareketlerde bile sorunlara

yol açabilir. Bu nedenle, rehabilitasyon sürecinde EHA'nın restore edilmesi, spora dönüş için olmazsa olmaz bir kriterdir (Roe vd., 2022: 205-206; Harput vd., 2020: 640-645; Physiotutors, 2025).

Klinik muayenede, eklem stabilitesi de dikkatle değerlendirilmelidir. Laksite (eklem gevşekliliği), özellikle diz eklemi bağ yaralanmalarından sonra (örneğin, ön çapraz bağ yırtığı), greftin stabilitesini veya eklem bütünlüğünü tehlikeye atabilecek bir durumdur (Evrendilek, t.y.; Harput vd., 2020: 640; Ercan vd., 2018: 8). Laksite, eklemde anormal hareketliliğe işaret eder ve genellikle bağların yetersiz iyileşmesi, greftin gevşemesi veya eklem kapsülünün zayıflığı ile ilişkilidir. Bu durum, spora dönüş için uygun olmayan bir durum olarak kabul edilir, çünkü stabil olmayan bir diz, yüksek yoğunluklu aktiviteler sırasında ciddi yaralanmalara yol açabilir (Özkan ve Öztürk, 2018: 72-73). Klinik değerlendirmede, laksiteyi tespit etmek için Lachman testi, ön çekmece testi veya pivot kayma testi gibi özel testler kullanılır. Bu testler, bağların fonksiyonel bütünlüğünü ve eklem bütünlüğünü değerlendirir. Bu testler, standart yöntemlerdir (Ercan vd., 2018: 8; Roe vd., 2021: 212-215). Örneğin, ön çapraz bağ (ACL) rekonstrüksiyonu sonrası laksite varlığı, greftin başarısız olduğunu veya eklem hala yeterince stabilize olmadığını gösterebilir. Bu durumda, spora dönüş kararı ertelenmeli ve ek rehabilitasyon veya cerrahi revizyon düşünülmelidir.

2. Kuvvet Kriterleri

Kas gücü, diz eklemi yaralanmalarından sonra spora dönüş sürecinde en kritik parametrelerden biri olarak kabul edilir. Özellikle kuadriseps ve hamstring kaslarının gücü, dizin dinamik stabilitesini destekler ve spor sırasında ortaya çıkabilecek yüksek yüklenmelere karşı koruma sağlar. Bu kas grupları, diz eklem bütünlüğünü korumada ve eklem fonksiyonel kapasitesini yeniden kazanmada temel bir rol oynar. Spora dönüş için, kuadriseps ve hamstring kaslarının kuvveti, karşı taraf (sağlam) ekstremite nin kas kuvvetinin en az %90'ına ulaşmış olmalıdır (Harput vd., 2020: 645). Bu simetri, dizin fonksiyonel dengesini ve yük taşıma kapasitesini gösterir. Aksi takdirde, kas gücü asimetrisi, eklem aşırı yüklenmesine veya sekonder yaralanmalara yol açabilir.

Kuadriseps ve hamstring kasları, diz eklem bütünlüğünü dinamik stabilitesini sağlamada birbirini tamamlayan bir işlev görür. Kuadriseps kasları, özellikle diz ekstansiyonu (düzleştirme) sırasında aktif olarak çalışır ve koşu, sıçrama veya yön değiştirme gibi spor aktivitelerinde eklem bütünlüğünü destekler. Hamstring kasları ise diz fleksiyonu (bükülme) ve kalça ekstansiyonu sırasında önemli bir rol oynar, aynı zamanda dizin rotasyonel stabilitesini artırarak ön çapraz bağ (ACL) gibi yapıların korunmasına katkıda bulunur. Bu kasların dengeli bir şekilde çalışması, eklem bütünlüğünü korumada ve spor sırasında karşılaşılan yüksek kuvvetlere ve ani hareketlere karşı direnç göstermesini sağlar. Örneğin, ACL

rekonstrüksiyonu sonrası kuadriseps kasında zayıflık, dizin öne kaymasını artırabilir ve greftin başarısızlığına yol açabilir. Benzer şekilde, hamstring kaslarının yetersiz gücü, dizin posterior stabilitesini tehlikeye atabilir ve sporcunun performansını olumsuz etkileyebilir (Wallman vd., 2008; Palmieri-Smith, 2008: 405).

Kas gücünün objektif bir şekilde değerlendirilmesi, spora dönüş sürecinde kritik bir adımdır. İzokinetik testler, bu amaçla sıklıkla kullanılan altın standart bir yöntemdir. İzokinetik test cihazları, kasların farklı açılarda ve hızlarda ürettiği kuvveti ölçerek hem eksantrik (kas uzarken ürettiği kuvvet) hem de konsantrik (kas kısalırken ürettiği kuvvet) kasılma kapasitesini değerlendirir. Bu testler, kas gücü eksikliklerini hassas bir şekilde tespit etmek ve rehabilitasyon programını buna göre uyarlamak için değerli bilgiler sağlar. Örneğin, izokinetik testlerde kuadriseps ve hamstring kaslarının kuvvetinin, karşı taraf ekstremitenin %80'inden fazla olması, spora dönüş için önemli bir kriterdir. Ancak, daha güvenli bir dönüş için %90 veya daha yüksek bir simetri oranı hedeflenir (Ercan vd., 2018: 10-11; Harput vd., 2020: 640).

İzokinetik testler, yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda kaslar arasındaki dengeyi (örneğin, kuadriseps/hamstring oranı) ve dayanıklılık kapasitesini de değerlendirir. Normalde, kuadriseps/hamstring oranı 0.6-0.8 arasında olmalıdır. Bu oran, dizin stabil çalışması için ideal bir dengeyi yansıtır. Bu oranın dışına çıkılması, örneğin kuadriseps kasının aşırı baskın olması veya hamstring kasının zayıf kalması, eklem biyomekanik dengesini bozabilir ve yaralanma riskini artırabilir. İzokinetik testlerin bir diğer avantajı, sporcunun kas gücünü farklı hızlarda (örneğin, 60°/s veya 180°/s) değerlendirebilmesidir. Düşük hızlarda (60°/s) maksimum kuvvet üretimi ölçülürken, yüksek hızlarda (180°/s veya daha fazla) kasın fonksiyonel performansı ve dayanıklılığı değerlendirilir. Bu bilgiler, sporcunun spora özgü taleplere hazır olup olmadığını belirlemede rehber niteliğindedir (Yenigün vd., 2008: 1; Gürol ve Yılmaz, 2013: 2-4; Çakır, 2016: 1).

3. Fonksiyonel Performans Kriterleri (Hop Testleri)

Fonksiyonel performans testleri, sporcunun diz eklemi yaralanmalarından sonra spora özgü hareketleri güvenli ve etkili bir şekilde gerçekleştirip gerçekleştiremediğini değerlendirmek için kullanılan temel araçlardır. Bu testler, sporcunun fiziksel kapasitesini, biyomekanik dengesini ve spora özgü taleplere hazır olup olmadığını objektif bir şekilde ölçer. Özellikle diz eklemi yaralanmaları (örneğin, ön çapraz bağ (ACL) yırtığı, menisküs hasarı veya patellar tendinopati) sonrası, fonksiyonel performans testleri, rehabilitasyon sürecinin başarısını değerlendirmek ve spora dönüş kararını desteklemek için kritik bir rol oynar. Bu testler, yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda denge, koordinasyon, propriyosepsiyon ve patlayıcı güç gibi spora özgü becerileri de değerlendirir (Harput vd., 2020: 645). Bu nedenle, fonksiyonel testler,

sporunun sahadaki performansını simüle eden dinamik hareketler üzerinden kapsamlı bir analiz sağlar ve yeniden yaralanma riskini en aza indirmeyi amaçlar.

Sıçrama testleri (Hop Testleri), fonksiyonel performans değerlendirmesinde en yaygın kullanılan yöntemler arasında yer alır. Bu testler, sporunun diz eklemine fonksiyonel kapasitesini ve dinamik stabilitesini ölçmek için tasarlanmıştır. Sıçrama testleri, farklı hareket paternlerini ve kas gruplarını değerlendiren çeşitli varyasyonlar içerir. En sık kullanılan sıçrama testleri şunlardır:

1. Öne Sıçrama Testi (Single Hop for Distance): Sporcu, tek bacak üzerinde mümkün olan en uzak mesafeye sıçrar ve inişi kontrollü bir şekilde gerçekleştirir. Bu test, kuadriseps kasının patlayıcı gücünü, dizin stabilitesini ve iniş sırasındaki nöromusküler kontrolü değerlendirir (Ross, 2002: 617).

2. Üç Adım Sıçrama Testi (Triple Hop): Sporcu, tek bacak üzerinde ardışık üç sıçrama yaparak toplam mesafeyi maksimize etmeye çalışır. Bu test, kas dayanıklılığını, koordinasyonu ve dizin tekrarlayan yüklenmelere karşı direncini ölçer (Yılmaz vd., 2024: 3).

3. Çapraz Sıçrama Testi (Crossover Hop): Sporcu, tek bacak üzerinde zikzak şeklinde sıçrayarak belirli bir mesafeyi kat eder. Bu test, dizin rotasyonel stabilitesini ve yön değiştirme kabiliyetini değerlendirir, özellikle ACL yaralanmaları sonrası önemlidir (Yılmaz vd., 2024: 3).

4. Altı Metre Zamanlı Sıçrama Testi (6-Meter Timed Hop): Sporcu, altı metrelik bir mesafeyi tek bacak üzerinde mümkün olan en kısa sürede sıçrayarak tamamlar. Bu test, hız, patlayıcı güç ve fonksiyonel dayanıklılığı ölçer (Yılmaz vd., 2024: 3).

Bu testlerde, Uzun Simetri İndeksi (LSI) en az %90 olmalıdır, yani yaralı ekstremitenin performansı, sağlam ekstremitenin performansının %90'ına yakın olmalıdır (Harput vd., 2020: 645; Kayhan ve Erdemir, 2022: 200). LSI, yaralı ve sağlam taraf arasındaki performans farkını yüzdesel olarak ifade eder ve fonksiyonel simetrinin bir göstergesidir. Örneğin, öne sıçrama testinde, yaralı bacakla ulaşılan mesafe, sağlam bacakla ulaşılan mesafenin %90'ından azsa, bu durum dizin hala tam fonksiyonel kapasiteye ulaşmadığını gösterir ve spora dönüş kararı ertelenebilir.

Gustavsson ve diğerleri (2006: 778-788), sıçrama testlerini daha kapsamlı bir şekilde değerlendirmek için bir Hop Test Kümesi önermiştir. Bu küme, farklı hareket paternlerini ve kas fonksiyonlarını test eden ek testleri içerir ve spora dönüş kararını desteklemek için daha geniş bir perspektif sunar. Bu küme, aşağıdaki testlerden oluşur:

1. Dikey Sıçrama Testi (Vertical Jump): Sporcu, tek bacak üzerinde mümkün olan en yüksek mesafeye zıplar. Bu test, patlayıcı gücü, kuadriseps kasının eksantrik ve konsantrik kasılma kapasitesini ve iniş sırasındaki stabiliteyi değerlendirir (Yıldırım vd., 2022: 466-467).

2. Mesafe için Sıçrama Testi (Hop for Distance): Öne sıçrama testine benzer, ancak daha standardize bir protokolle uygulanır ve genellikle birden fazla deneme yapılarak en iyi sonuç kaydedilir (Yıldırım vd., 2022: 466-467).

3. Yan Sıçrama Testi (Side Hop): Sporcu, belirli bir süre içinde (örneğin, 30 saniye) iki paralel çizgi arasında yan yana sıçrama yapar. Bu test, kas dayanıklılığını, lateral stabilitesini ve nöromusküler kontrolü ölçer (Yıldırım vd., 2022: 466-467).

Bu test kümesinde, LSI'nin %90'ın üzerinde olması, sporcunun fonksiyonel kapasitesinin spora dönüş için yeterli olduğunu gösterir (Physiotutors, 2025a). Ayrıca, bu testler, sporcunun spora özgü becerilerini (örneğin, ani yön değiştirme, hızlı ivmelenme veya iniş kontrolü) değerlendirmek için tasarlanmıştır ve saha koşullarını simüle ederek gerçekçi bir performans analizi sağlar.

Sıçrama testleri, yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda denge, koordinasyon, propriyosepsiyon ve nöromusküler kontrol gibi spora özgü becerileri de değerlendirir. Bu testler, dizin dinamik stabilitesini ve sporcunun spora özgü hareketleri güvenli bir şekilde gerçekleştirme yeteneğini ölçerek spora dönüş kararında objektif bir temel sağlar. Örneğin, çapraz sıçrama testi, ACL rekonstrüksiyonu sonrası rotasyonel stabilitenin yeterli olup olmadığını değerlendirmek için özellikle önemlidir, çünkü spor sırasında yön değiştirme hareketleri sıkça yapılır ve bu hareketler dizde yüksek stres yaratabilir.

Sıçrama testlerine ek olarak, diğer fonksiyonel performans testleri de spora dönüş değerlendirmesinde kullanılabilir. Örneğin:

- Yıldız Denge Testi (Star Excursion Balance Test - SEBT): Sporcu, tek bacak üzerinde dururken farklı yönlerde uzanarak denge ve propriyosepsiyonu değerlendirir. Bu test, dizin statik ve dinamik stabilitesini ölçer (Coughlan, 2012: 366).

- T-Testi: Sporcu, T şeklinde bir parkurda ileri, geri ve yan hareketler yaparak çeviklik ve yön değiştirme kabiliyetini gösterir. Bu test, sporcunun saha performansını simüle eder (Callak, 2020: 141).

Bu testler, sıçrama testleriyle birlikte kullanıldığında, sporcunun fonksiyonel kapasitesinin daha kapsamlı bir resmini çizer ve spora dönüş için daha güvenilir bir değerlendirme sağlar.

Fonksiyonel performans testleri, spora dönüş sürecinde sporcunun fiziksel ve fonksiyonel kapasitesini objektif bir şekilde değerlendirmek için

vazgeçilmez bir araçtır. Sıçrama testleri (Hop Testleri) ve Gustavsson (2006: 778-788)'ün önerdiği Hop Test Kümesi, dizin dinamik stabilitesini, kas gücünü, dengeyi ve koordinasyonu ölçmek için yaygın olarak kullanılır. Uzun Simetri İndeksi (LSI) %90'ın üzerinde olduğunda, sporcunun spora dönüş için yeterli fonksiyonel kapasiteye sahip olduğu kabul edilir. Bu testler, rehabilitasyon sürecinin başarısını değerlendirmenin yanı sıra, sporcunun saha performansını simüle ederek yeniden yaralanma riskini en aza indirir. Rehabilitasyon programı, fonksiyonel testlere hazırlığı desteklemeli ve sporcunun hem fiziksel hem de psikolojik olarak spora hazır olmasını sağlamalıdır. Bu çok yönlü yaklaşım, sporcunun güvenli ve etkili bir şekilde spora dönmesini garanti altına alır.

4. Psikolojik Hazırlık Kriterleri

Spora dönüş süreci, yalnızca fiziksel iyileşme ile sınırlı değildir. Spor-
cunun psikolojik hazırlığı, bu süreçte en az fiziksel iyileşme kadar kritik bir
rol oynar. Diz eklemi gibi ciddi yaralanmalardan sonra, sporcular genellikle
kinezyofobi (hareket korkusu), kendine güvensizlik veya performans kaygısı
gibi psikolojik engellerle karşılaşabilir (Bruinooge, 2020: 8; Rathod vd., 2020:
213). Bu faktörler, sporcunun saha performansını olumsuz etkileyebilir, spo-
ra özgü hareketleri gerçekleştirme cesaretini azaltabilir ve hatta tekrar yara-
lanma riskini artırabilir. Bu nedenle, psikolojik hazırlık düzeyi, spora dönüş
kararında temel bir kriter olarak değerlendirilmelidir (Davies vd., 2017: 308).
Psikolojik hazırlık, sporcunun fiziksel kapasitesini tam anlamıyla kullanabi-
lmesi, ani hareketlere veya rekabetçi durumlara karşı rahat hissetmesi ve
mental olarak spora hazır olmasını sağlar (Harput vd., 2020: 645). Bu bağlam-
da, rehabilitasyon sürecinde psikolojik destek, sporcunun mental bariyerleri
aşmasına ve güvenli bir şekilde spora dönmesine yardımcı olur.

Kinezyofobi, yaralanma sonrası hareketten korkma durumudur ve özel-
likle diz eklemi yaralanmalarından sonra sıkça görülür. Örneğin, ön çapraz
bağ (ACL) rekonstrüksiyonu geçirmiş bir sporcu, dizine yeniden zarar vere-
ceği korkusuyla sıçrama, koşu veya yön değiştirme gibi hareketlerden kaçır-
nabilir. Bu korku, sporcunun fiziksel kapasitesini tam olarak kullanmasını
engeller ve performansını sınırlar. Kinezyofobi, yalnızca hareket kısıtlılığına
yol açmakla kalmaz, aynı zamanda kas inhibisyonuna ve biyomekanik den-
gesizliklere neden olabilir, bu da yeniden yaralanma riskini artırır. Benzer
şekilde, kendine güvensizlik, sporcunun dizinin stabilitesine veya kendi fi-
ziksel yeteneklerine olan inancının azalmasıyla ortaya çıkar. Bu durum, özel-
likle rekabetçi sporlarda, sporcunun agresif hareketlerden kaçınmasına veya
saha içinde çekingen davranmasına neden olabilir. Psikolojik faktörlerin bu
şekilde performansı etkilemesi, spora dönüş sürecinde dikkatle ele alınması
gereken bir konudur (Davies vd., 2017: 308; Ercan vd., 2021: 162; Rathod vd.,
2020: 214).

Sporcunun psikolojik hazır bulunuşluğunu değerlendirmek için standartlaştırılmış araçlar kullanılır. Bunlardan en yaygın olanı, ACL-RSI (Anterior Cruciate Ligament Return to Sport After Injury) ölçeğidir (Davies vd., 2017: 308-309). Bu ölçek, sporcunun spora dönüşle ilgili duygusal durumunu, kendine güvenini ve yeniden yaralanma korkusunu değerlendirmek için tasarlanmıştır. ACL-RSI ölçeği, 12 sorudan oluşur ve sporcunun spora dönüş konusundaki algısını 0-100 arasında puanlar. Bu ölçekten en az 60 puan alınması, sporcunun spora dönüş için yeterli psikolojik hazırlığa sahip olduğunu gösterir (Harput vd., 2020: 645). Daha yüksek puanlar (örneğin, 80 veya üzeri), sporcunun mental olarak daha güçlü bir hazırlık düzeyine sahip olduğunu ve saha içinde daha rahat hareket edebileceğini işaret eder. Ölçek, sporcunun korku, güven ve risk algısı gibi faktörleri ölçerek, rehabilitasyon ekibine spora dönüş kararını destekleyecek objektif veriler sağlar (Harput vd., 2017: 159-164).

Bunun yanı sıra, sporcunun kendine güven düzeyi, genellikle 0-10 arasında bir ölçekle subjektif olarak değerlendirilir. Sporcunun kendine güven skoru 7/10 veya daha yüksek olduğunda, spora dönüş için uygun bir psikolojik hazırlık düzeyine sahip olduğu kabul edilir. Bu değerlendirme, genellikle sporcuya yapılan görüşmeler veya anketler yoluyla gerçekleştirilir ve sporcunun saha içinde ani hareketlere veya rekabetçi durumlara karşı ne kadar rahat hissettiğini anlamak için kullanılmaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada, sporcularda görülen ön çapraz bağ (ACL) ve menisküs yaralanmalarının cerrahi ve konservatif yönetimi ile rehabilitasyon süreçleri, hızlandırılmış protokollerin gereklilikleri ve spora dönüş (RTS) kriterleri kapsamlı şekilde ele alınmıştır. Elde edilen veriler, dizin fonksiyonel bütünlüğünün korunmasının yalnızca cerrahi onarımla sınırlı kalmayıp, doğru planlanmış, bireye özgü ve multidisipliner bir rehabilitasyon süreci gerektirdiğini göstermektedir. Menisküsün korunmasının uzun vadede eklem sağlığı açısından kritik olduğu, menisektominin kısa vadeli iyileşme avantajı sağlamakla birlikte osteoartrit riskini belirgin şekilde artırdığı vurgulanmıştır.

Rehabilitasyonun temel bileşenleri arasında inflamasyon kontrolü, tam eklem hareket açıklığının (özellikle ekstansiyonun) erken sağlanması, kuadriseps ve hamstring kaslarının güçlendirilmesi, propriyosepsiyonun geliştirilmesi ve fonksiyonel (spora özgü) performansın kademeli geri kazandırılması öne çıkmaktadır. Özellikle kuadriseps aktivasyonundaki bozukluğun (artrojenik kas inhibisyonu) erken dönemde tedavi edilmesi (örneğin NMES ve hedeflenmiş kuvvetlendirme), uzun dönem fonksiyon ve yeniden yaralanma riskini olumlu yönde etkilemektedir. Hızlandırılmış protokoller kontrolü erken yüklemeye izin vererek kas atrofisini azaltabilir. Ancak, uygulamada greft tipi, menisküs tamiri ve cerrahi teknik gibi bireysel faktörlere göre titiz bir denge kurulmalıdır.

Spora dönüş kararında en güvenilir yaklaşım, tek bir kritere dayanmaktan kaçınarak objektif ölçümler, klinik muayene bulguları ve psikolojik değerlendirmelerin birlikte kullanılmasıdır. Objektif ölçümler arasında izometrik güç testleri, hop testleri ile LSI (en az %90 simetri), klinik muayenede ağrı, efüzyon ve stabilite değerlendirilmesi, psikolojik hazır bulunuşluk için ise ACL-RSI (≥ 60) skoru önerilmektedir. Bu çok boyutlu kriterlerin, yeniden yaralanma oranlarını azalttığı ve güvenli spora dönüşü desteklediği belirtilmiştir. Klinik uygulama için temel çıkarımlar şunlardır: Mümkün olduğunda menisküs dokusunu koruyacak cerrahi yöntemler tercih edilmeli, erken dönemde tam ekstansiyon sağlanmasına öncelik verilmeli, kuadriseps kuvveti ve simetrisi hedeflenerek artrojenik kas inhibisyonuna yönelik erken müdahaleler yapılmalı, propriyosepsiyon ve spora özgü işlevsellik rehabilitasyonun merkezinde yer almalı ve spora dönüş kararları cerrah, fizyoterapist, spor hekimi ve gerekirse psikologdan oluşan multidisipliner bir ekip tarafından verilmelidir.

Mevcut literatür ve bu çalışmadaki veriler, bazı sınırlılıklara sahiptir. Protokol heterojenliği, farklı cerrahi teknik ve greft tiplerinin karşılaştırılmasıındaki tutarsızlıklar, rehabilitasyon parametrelerinin standart olmaması ve uzun dönem izlemlerdeki sınırlı veri, önemli kısıtlayıcı faktörlerdir. Ayrıca, psikolojik faktörlerin ölçümü ve müdahalelerinin etkisini test eden yüksek kaliteli, randomize çalışmalara ihtiyaç devam etmektedir. Gelecekteki araştırmalar için öneriler şunlardır: Standartlaştırılmış spora dönüş (RTS) protokollerinin spora özgü (futbol, basketbol, kayak vb.) karşılaştırılması, hızlandırılmış ve klasik rehabilitasyon yaklaşımlarının uzun dönem ($\geq 5-10$ yıl) sonuçlarının randomize kontrollü çalışmalarda değerlendirilmesi, menisküs tamiri ile parsiyel menisektominin eklem sağlığı ve osteoartrit gelişimi açısından uzun dönem karşılaştırmaları, nöromüsküler fonksiyonun objektif biyobelirteçler ve giyilebilir teknolojilerle takip yöntemlerinin rehabilitasyona entegrasyonu ve psikolojik destek programlarının spora dönüş başarısına etkisini inceleyen metodolojik açıdan sağlam çalışmalar yürütülmelidir.

Sonuç olarak, ACL ve menisküs yaralanmalarının yönetiminde amaç sadece kısa vadeli spora dönüş değil, eklem bütünlüğünün korunması, fonksiyonel performansın sürdürülebilir şekilde iyileştirilmesi ve uzun dönem sakatlanma ile dejenerasyon risklerinin azaltılması olmalıdır. Bu hedeflere ulaşmak için cerrahi kararlar, rehabilitasyon planlaması ve spora dönüş kriterleri hasta merkezli, kanıta dayalı ve çok disiplinli bir yaklaşımla bütünlleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Acil Ameliyat. (04.10.2025). Artroskopik ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu. Erişim Adresi: <https://www.acilameliyat.com/ameliyat/artroskopik-on-capraz-bag-rekonstruksiyonu>
- Ahsan, M. (2023). Anterior cruciate ligament reconstruction and return to sports: A comprehensive guide. *Annals of Sports Medicine and Research*, 10(5), 1219.
- Altun, B., & Pekiyaş, N. Ö. (2025). Fizyoterapi ve rehabilitasyonda fonksiyonel değerlendirme yöntemleri üzerine anlatsal bir derleme. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 10(2), 222–239.
- Ardern, C. L., Taylor, N. F., Feller, J. A., Whitehead, T. S., & Webster, K. E. (2013). Psychological responses matter in returning to preinjury level of sport after anterior cruciate ligament reconstruction surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1549-1558.
- Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2011). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: A systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 596-606.
- Baltacı, G., Yılmaz, G., & Atay, A. Ö. (2012). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ve rehabilitasyon uygulanan dizlerin sağlıklı dizlerle fonksiyonel yönden karşılaştırılması. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 46(3), 186-195.
- Beynnon, B. D., Uh, B. S., Johnson, R. J., Abate, J. A., Nichols, C. E., Fleming, B. C., & Roos, H. (2005). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A prospective, randomized, double-blind comparison of programs administered over 2 different time intervals. *The American Journal of Sports Medicine*, 33(3), 347-359.
- Binnet, M. S., & Yılmaz, C. (2004). Revizyon ön çapraz bağ cerrahisi. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 33(5), 459-471.
- Bruinooge, B. (2022). *Examination of task-specific motor confidence and performance in patients at 6-months post anterior cruciate ligament reconstruction* (Unpublished doctoral dissertation). The University of Manitoba.
- Cavaignac, E. (2025). *Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: What we now know*. Erişim Adresi: <https://www.professeur-cavaignac.com/arthrogenic-muscle-inhibition-after-acl-reconstruction-what-we-now-know>
- Cerci, M. H., Yılmaz, A. K., Kehribar, L., Surucu, Aydın, M., & Mahiroğulları, M. (2023). Evaluation of isokinetic knee strengths after ACL reconstruction with quadrupled semitendinosus suspensory femoral and tibial fixation versus four-strand semitendinosus and gracilis suspensory femoral and tibial screw fixation. *Journal of Clinical Medicine*, 12(12), 4004.
- Coughlan, G. F., Fullam, K., Delahunt, E., Gissane, C., & Caulfield, B. M. (2012). A comparison between performance on selected directions of the star excursion

- balance test and the Y balance test. *Journal of Athletic Training*, 47(4), 366-371.
- Çakır, Z. (2016). *Genç hentbolcularda pliometrik antrenmanların izokinetik diz kuvveti, dinamik denge, anaerobik güç, sürat ve çevikliğe etkisi* (Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul, Türkiye).
- Çiçek, E. İ., Taşer, Ö. F., & Kocabey, Y. (2018). Menisküs tamirlerinde püf noktalar. *TOTBİD Dergisi*, 17, 192-196.
- Davies, G. J., McCarty, E., Provencher, M., & Manske, R. C. (2017). ACL return to sport guidelines and criteria. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 10(3), 307-314.
- Demirkapı, E. B., Ercan, Başkurt, F., & Çetin, C. (2015). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu geçiren hastalarda hareket korkusunun ve aktivitenin incelenmesi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 22(2), 39-44.
- Dıngırdan, B. (2023). *ACL rekonstrüksiyonu sonrası artrojenik kas inhibisyonu: Müdahalelerin etkinliğinin kapsamlı bir derlemesi*. Erişim Adresi: <https://www.fizyodemi.com/acl-rekonstruksiyonu-sonrasi-artrojenik-kas-inhibisyonu-mudahalelerin-etkinliginin-kapsamli-bir-derlemesi>
- Eitzen, I., Holm, I., & Risberg, M. A. (2009). Preoperative quadriceps strength is a significant predictor of knee function two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *British Journal of Sports Medicine*, 43(5), 371-376.
- Ekizoğlu, Ö., & Sever, M. O. (2023). Ön çapraz bağ ameliyatı olan sporcuların spora dönüşlerindeki duyguları, performansta kendine güvenleri ve risk değerlendirmeleri. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 12(1), 227-232.
- Ercan, Başkurt, Z., Başkurt, F., Buyukdemir, M., Kolcu, G., & Çetin, C. (2021). Elit futbolcularda alt ekstremitte yaralanması sonrası hareket korkusu ve egzersiz öz yeterliliği. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 8(2), 160-167.
- Ercan, Demir, H. M., Atalay, Y. B., Turgay, O., Atay, T., & Çetin, C. (2018). Are contralateral extremity references adequate to take decision for return to play after anterior cruciate ligament reconstruction? *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 25(1), 7-18.
- Ergen, E., Ülkar, B., & Eraslan, A. (2007). Derleme: Propriyosepsiyon ve koordinasyon. *Spor Hekimliği Dergisi*, 42(2), 57-83.
- Evrendilek, H. (n.d.). *Esnek çocuk ve spor*. İKÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Bilim Kültür ve Eğitim.
- Fizyodemi. (04.10.2025). Açık kinetik zincir egzersizleri. Erişim Adresi: <https://www.fizyodemi.com/acik-kinetik-zincir-egzersizleri>
- Fizyoend. (04.10.2025). Menisküs yırtıkları ve ameliyatsız tedavisi. Erişim Adresi: <https://fizikend.com/meniskus-yirtiklari-ve-ameliyatsiz-tedavisi>
- Gustavsson, A., Neeter, C., Thomeé, P., Grävare Silbernagel, K., Augustsson, J., Thomeé, R., & Karlsson, J. (2006). ÖÇB yaralanması olan ve ÖÇB rekonstrüksiyonu geçirmiş hastalarda sıçrama performansını değerlendirmek için bir test bataryası. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14(8), 778-788.

- Günaydın, B., Turgut, A., Öztürk, H., Önvural, B., Eren, S. A., Kalenderer, Ö., & Bacaksız, T. (2014). Menisküs yırtıklarının artroskopik onarımında orta dönem sonuçlarımız. *Balıkesir Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(2), 63–68.
- Gürol, B., & Yılmaz, İ. (2013). İzometrik kuvvet antrenmanı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(1), 1-11.
- Harput, G., Bozkurt, İ., & Öçgüder, D. A. (2020). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası takip ve rehabilitasyon. *TOTBİD Dergisi*, 19(5), 640-646.
- Harput, G., Tok, D., Ulusoy, B., Eraslan, L., Yıldız, T. İ., Turgut, E., ... & Ergun, N. (2017). Translation and cross-cultural adaptation of the anterior cruciate ligament-return to sport after injury (ACL-RSI) scale into Turkish. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(1), 159-164.
- Kadioğlu, B., Akman, B., & Özkurt, Ş. (2021). Total diz artroplastisi sonrası ağrı kontrolü ve rehabilitasyon. *TOTBİD Dergisi*, 20, 581–588.
- Kasapoğlu, Ö., Kılıç, R. T., & Yosmaoğlu, H. B. (2022). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu ile birlikte uygulanan artroskopik menisküs onarımının cerrahi sonrası rehabilitasyona etkileri. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 9(2), 83-91.
- Kaya, D., Çalık, M., Eyüboğlu, F., & Çiçek, H. (2018). İzole menisküs tamiri sonrası rehabilitasyon. *TOTBİD Dergisi*, 17(3), 252-258.
- Kayhan, R. F., & Erdemir, İ. (2022). Genç basketbol ve voleybol sporcularının somatotip özellikleri ve bazı performans test sonuçlarının karşılaştırılması. *International Journal of Sport Exercise and Training Sciences*, 8(4), 197-206.
- Kim, K. M., Croy, T., Hertel, J., & Saliba: (2010). Effects of neuromuscular electrical stimulation after anterior cruciate ligament reconstruction on quadriceps strength, function, and patient-oriented outcomes: A systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(7), 383-391.
- Koç, M., Aydoğmuş, H., Elibol, F. D., Oskay, D., & Bayar, K. (2021). Semptomatik rotator kaf tendinopatili bireylerde dinamik bantın akromiohumeral mesafe, omuz propriosepsiyonu ve eklem hareket açıklığı üzerindeki akut etkisinin araştırılması. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(3), 28–37.
- Kruse, L. M., Gray, B., & Wright, R. W. (2012). Rehabilitation after anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 94(19), 1737-1748.
- Kuru, İ., Haberal, B., & Avcı, Ç. (2012). Patellofemoral biyomekanik. *TOTBİD Dergisi*, 11(4), 274–280.
- Küçükdeveci, A. A. (2025). *Fiziksel tıp ve rehabilitasyona (Fizik tedavi ve rehabilitasyon) giriş: Ortez protez ders içeriği*. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Ders İçeriği. Erişim adresi: https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/153494/mod_resource/content/2/FTR%20ye%20giri%C5%9F_Ortez%20Protez%20Ders.pdf
- Logerstedt, D. S., Scalzitti, D., Risberg, M. A., Engebretsen, L., Webster, K. E., Feller, J.,

- ... & Zachazewski, J. (2017). Knee stability and movement coordination impairments: Knee ligament sprain revision 2017: Clinical practice guidelines linked to the international classification of functioning, disability and health from the orthopaedic section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 47(11), A1-A47.
- McPherson, A. L., Feller, J. A., Hewett, T. E., & Webster, K. E. (2019). Psychological readiness to return to sport is associated with second anterior cruciate ligament injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 47(4), 857-862.
- Moiroux-Sahraoui, A., Forelli, F., Mazeas, J., Rambaud, A. J., Bjerregaard, A., & Riera, J. (2024). Quadriceps activation after anterior cruciate ligament reconstruction: The early bird gets the worm! *International Journal of Sports Physical Therapy*, 19(8), 1044-1051.
- Noll, Garrison, J. C., Bothwell, J., & Conway, J. E. (2015). Knee extension range of motion at 4 weeks is related to knee extension loss at 12 weeks after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 3(5).
- Ordu, S., Bayram, E., Çetinus, E., Kaya, İ., & Yılmaz, M. (2014). Elli yaş altındaki hastalarda menisküs yırtık tiplerinin ön çapraz bağ ve osteokondral lezyonlarla ilişkisi. *The Medical Bulletin of Haseki*, 52(3), 177-180.
- Öner, K., & Kalkışım, M. (2022). Dıştan-içe teknik ile menisküs onarımı uygulanan hastaların orta dönem klinik sonuçları. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(3), 984-990.
- Örs, Ç., & Sarpel, Y. (2018). Menisküs yırtıklarında güncel onarım endikasyonları. *TOTBİD Dergisi*, 17(2), 141-149.
- Özbek, H., Bulut, Tomruk, M. S., & Tomruk, M. (2020). Psychosocial factors that affect return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction. *Current Perspectives on Health Sciences*, 3(1), 14-18.
- Özkan, Ö. C., & Öztürk, B. Y. (2018). Ön çapraz bağ yaralanmaları ve tedavisi. *Boğaziçi Tıp Dergisi*, 5(2), 72-75.
- Palmieri-Smith, R. M., Thomas, A. C., & Wojtys, E. M. (2008). Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. *Clinics in Sports Medicine*, 27(3), 405-424.
- Pepele, D., Karakaplan, M., Elmalı, N., Topgül, H., Özen, M., & Çetin, C. (2015). Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonunun erken dönem sonuçları. *J Clin Anal Med* 6(2), 131-135.
- Physiotutors. (2022). *Return to running after ACL reconstruction*. Erişim Adresi: <https://www.physiotutors.com/tr/return-to-running-after-acl-reconstruction>
- Physiotutors. (2025). *Hop test cluster*. Erişim Adresi: <https://www.physiotutors.com/tr/wiki/hop-test-cluster>
- Physiotutors. (2025a). *Star excursion balance test | Postural control | Return to play*. Erişim Adresi: <https://www.physiotutors.com/tr/wiki/star-excursion-balance-test>
- Pinar, H. (2004). Meniscus repair: A review of the literature. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 24(1), 47-52.

- Polat, G., Sivacıoğlu, & Şentürk, F. (2020). Ön çapraz bağ yaralanması sonrası tedavi algoritması. *TOTBİD Dergisi*, 19(5), 507-511.
- Polat, M., Gönç, H. U., Tandoğan, N. R., & Kayaalp, A. (2020). Ön çapraz bağ yaralanması sonrası cerrahi tedavide greft seçenekleri. *TOTBİD Dergisi*, 19, 534-541.
- Rathod, P. M., Rajnish, R. K., & Dhillon, M. S. (2020). Do psychological factors affect return to sport after anterior cruciate ligament injury? A narrative review. *Journal of Postgraduate Medicine, Education and Research*, 54(4), 213-217.
- Roe, C., Jacobs, C., Hoch, J., Johnson, D. L., & Noehren, B. (2022). Test batteries after primary anterior cruciate ligament reconstruction: A systematic review. *Sports Health*, 14(2), 205-215.
- Ross, M. D., Langford, B., & Whelan, P. J. (2002). Test-retest reliability of 4 single-leg horizontal hop tests. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 16(4), 617-622.
- Shelbourne, K. D., Urch, E., Gray, T., & Freeman, H. (2012). Loss of normal knee motion after anterior cruciate ligament reconstruction is associated with radiographic arthritic changes after surgery. *The American Journal of Sports Medicine*, 40(1), 108-113.
- Sonnery-Cottet, B., Saithna, A., Quelard, B., Daggett, M., Borade, A., Ouanezar, H., ... & Blakeney, W. G. (2019). Arthrogenic muscle inhibition after ACL reconstruction: A scoping review of the efficacy of interventions. *British Journal of Sports Medicine*, 53(5), 289-298.
- Tandoğan, R. N., & Kayaalp, A. (2025). *Ortopedistler için futbolcularda menisküs yırtıkları*. Erişim Adresi: <https://www.ortoklinik.com/ortopedistler-icin/futbolcularda-meniskus-yirtiklari>
- Turan, & Uçaner, A. (2010). Sporcularda ön çapraz bağ yaralanmaları. *Ortadoğu Tıp Dergisi*, 2(2), 6-10.
- Waldron, K., Brown, M., Calderon, A., & Feldman, M. (2022). Anterior cruciate ligament rehabilitation and return to sport: How fast is too fast? *Arthroscopy, Sports Medicine, and Rehabilitation*, 4(1), e175-e179.
- Wallmann, H. W., Gillis, C. B., & Martinez, N. J. (2008). The effects of different stretching techniques of the quadriceps muscles on agility performance in female collegiate soccer athletes: A pilot study. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 3(1), 41-47.
- Webster, K. E., & Feller, J. A. (2022). Psychological readiness to return to sport after anterior cruciate ligament reconstruction in the adolescent athlete. *Journal of Athletic Training*, 57(9-10), 955-960.
- Yenigün, Ö., Çolak, T., Bamaç, B., Yenigün, N., Özbek, A., Bayazıt, B., & Çolak, E. (2008). Voleybol oyuncularının diz ekleminin izokinetik performans değerleri ve hamstring (fleksör)/quadriceps (ekstansör) oranlarındaki farklılıkların belirlenmesi. *Journal of Human Sciences*, 5(1), 1-13.
- Yıldırım, Akyüz, M., Turna, B., & Bayazıt, B. (2022). Elit futbolcularda ileri, medial

yan ve çapraz tek bacak sıçrama testleri: Farklı lig seviyelerinde. *Mediterranean Journal of Sport Science*, 5(Özel Sayı 1), 464-473.

Yılmaz, A. E., Teknaz, M., Yakal, Günver, M. G., Şahinkaya, T., & Metin, G. (2024). Analysis of functional hop test with dual task on injured and uninjured athletes. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, 11(1), 1-8.

Yılmaz, E., & Gürger, M. (2018). Menisküsün biyomekaniğı ve fonksiyonları. *TOTBİD Dergisi*, 17(2), 107-113.

Zheng, Q. Y., Sun, J. N., Wang, R. S., Ma, Y. R., & Chen, P. (2025). Does proprioceptive training improve joint function and psychological readiness in patients after anterior cruciate ligament reconstruction? A randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26(1), 364.



**SEREBRAL PALSİ
REHABİLİTASYONUNDA SANAL
GERÇEKLIK: TERAPÖTİK ETKİNLİK
VE UYGULAMA STRATEJİLERİNİN
KAPSAMLI BİR İNCELEMESİ**

“ ”

Mehmet SÖNMEZ¹

¹ Asst. Prof. Dr., Department of Orthopedical Rehabilitation, Erzurum Technical University Science Faculty, Physiotherapy and Rehabilitation, mehmet.sonmez@erzurum.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3617-9087

Giriş

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan fetal veya bebek beyinde meydana gelen ilerleyici olmayan bir bozukluktan kaynaklanan en yaygın çocukluk çağı fiziksel engellilik durumudur (Rosenbaum ve ark., 2007). Bu, öncelikle hareket ve duruşu etkileyen, aktivite kısıtlamalarına yol açan, ancak sıklıkla duyu, algı, biliş, iletişim ve davranış bozukluklarını da içeren heterojen bir durumdur. SP'nin uzun vadeli yönetimi, fonksiyonel bağımsızlığı en üst düzeye çıkarmayı ve yaşam kalitesini iyileştirmeyi amaçlayan yoğun, çok modlu ve kişiselleştirilmiş rehabilitasyon programları gerektirir. Geleneksel fiziksel ve mesleki terapiler temel olmakla birlikte, genellikle hasta motivasyonu, dozaj ve gerçek dünya ortamlarını güvenli ve tekrarlı bir şekilde taklit etme becerisi ile ilgili zorluklarla karşılaşır (Novak ve ark., 2020).

Cerrahi ve farmakolojik müdahalelerde önemli ilerlemeler kaydedilmesine rağmen, rehabilitasyon SP tedavisinin temel taşı olmaya devam etmektedir. Etkili tedavi, motor görevlerin yüksek yoğunluklu, tekrarlayan uygulamalarını gerektirir; ancak, özellikle çocuklarda ve ergenlerde katılım ve bağlılığı sürdürmek, sürekli bir klinik engel teşkil etmektedir (Blair ve Love, 2005; Bax ve ark., 2006). Yenilikçi ve ilgi çekici terapötik araçlara olan bu sürekli ihtiyaç, klinik ve teknolojik araştırmaları, en önemlisi Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisi olmak üzere, yeni yöntemlere yöneltmiştir.

Serebral Palsi Tanımı

SP, temelde yaşamın erken dönemlerinde ortaya çıkan, ilerleyici olmayan bir nörolojik bozukluğun sonucu olarak ortaya çıkan, duyusal-motor becerilerde kalıcı bir bozukluktur. Küresel prevalansı, 1.000 canlı doğumda 1,5 ila 4 arasında olduğu tahmin edilmektedir. Klinik tablo oldukça değişken olduğundan, motor bozukluklara (örn. spastik, diskinezik, ataksik) ve topografik dağılıma (örn. hemipleji, dippleji, kuadripleji) dayalı sınıflandırmalar yapılmaktadır. (Blair ve Love, 2005)

SP'li çocuklarda sağlıkla ilgili sonuçları kapsamlı bir şekilde anlamak için, Uluslararası İşlevsellik, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırması (ICF) modeli yaygın olarak benimsenmiştir. ICF'ye göre, SP'nin sonuçları birçok alanı kapsamaktadır:

- *Vücut Yapısı ve İşlevi:* Spastisite, hareket kabiliyetinin kısıtlı olması ve koordinasyon bozukluğu gibi bozukluklar.
- *Aktivite:* Günlük yaşam aktivitelerini (GYA) ve yürümeyi gerçekleştirmede zorluklar.
- *Katılım:* Akranlarla sosyal etkileşimde veya okul/spor faaliyetlerine katılımda kısıtlamalar.

SP'nin heterojenliği, eşit derecede çeşitli ve uyarlanabilir terapötik yaklaşımlar gerektirir, bu da VR'nin esnek doğasını özellikle çekici kılar. (Schiariti ve ark., 2018)

Terapötik Bir Araç Olarak Sanal Gerçekliğin Ortaya Çıkışı

VR, gerçek veya hayali dünyalarda fiziksel varlığı simüle edebilen, bilgisayar tarafından oluşturulan etkileşimli bir ortamı ifade eder. VR sistemleri genel olarak sürükleyici olmayan (ör. ekran tabanlı video oyunları), yarı sürükleyici (ör. gerçek dünyanın kısmen engellenmiş görüntüsü için başa takılan bir ekran kullanılması) veya tamamen sürükleyici (ör. kullanıcının görüşünü tamamen dijital bir ortamla değiştiren başa takılan bir ekran kullanılması) olarak sınıflandırılabilir (Palma ve ark., 2017).

VR'nin terapötik mekanizması, birkaç temel bileşen aracılığıyla motor öğrenmeyi kolaylaştırma yeteneğine dayanmaktadır: yüksek yoğunluklu ve göreve özgü tekrarlar, performans hakkında anında geri bildirim, zorluk seviyesinin uyarlanabilirliği ve en önemlisi, içsel motivasyon ve katılımın teşvik edilmesi (Levin ve Demers, 2021). SP'li bireyler için VR, denge kontrolü veya uzanma hareketleri gibi zorlu motor görevlerin, yaralanma riskini azaltarak ve duyuşsal pekiştirmeyi artırarak uygulanabileceği güvenli ve kontrollü bir ortam sunar. Birçok VR uygulamasının oyunlaştırılmış yapısı, doğası gereği uygulamanın yoğunluğunu ve süresini artırarak, geleneksel terapiye kıyasla daha üstün nöroplastik değişikliklere yol açabilir (Rathinam ve ark., 2019; Levin ve Demers, 2021).

Kapsam İncelemesine Olan İhtiyaç

VR'nin SP rehabilitasyonunda kullanımı son on yılda hızla yaygınlaştıkça, bu konuda önemli miktarda literatür birikmiştir. Bu literatür, çeşitli çalışma tasarımları (randomize kontrollü çalışmalar ile vaka çalışmaları arasında değişen), VR sistemleri (ticari oyun konsolları ile özel olarak üretilmiş sürükleyici donanımlar), müdahale protokolleri ve sonuç ölçümleri ile karakterize edilmektedir. Mevcut sistematik incelemeler ve meta analizler, belirli motor alanlar (örneğin, yürüyüş) için etkinliğin nicel özetlerini sunarken, bu gelişen alandaki araştırmaların tam bir incelemesini ortaya koymak için daha geniş ve kapsamlı bir inceleme gerekmektedir.

Arksey ve O'Malley (2005) tarafından özetlendiği üzere, kapsam incelemesi, belirli bir konu hakkında mevcut kanıtların genişliğini sentezlemek, araştırmanın niteliğini ve kapsamını belirlemek ve temel kavramları açıklığa kavuşturmak için ideal bir metodolojidir. Bu yaklaşım, SP için VR müdahalelerine ilişkin çeşitli kanıt tabanının, basit etkinlik ötesinde, uygulama stratejileri, hedef kitleler ve araştırılan VR teknolojisi türlerini de içerecek şekilde sistematik olarak haritalandırılmasını sağlayacaktır.

Bölümün Amacı

Kapsam İncelemesi (özellikle sistematik incelemeler ve meta-Analizlere genel bakış) olarak yapılandırılan bu bölümün amacı, SP'li bireylerin rehabilitasyonunda VR teknolojisinin kullanımına ilişkin mevcut akademik kanıtları sistematik olarak haritalandırmak ve eleştirel bir şekilde değerlendirmektir. Bu inceleme, özellikle aşağıdaki hedefleri ele almayı amaçlamaktadır:

1. Toplanan kanıt tabanındaki metodolojik kaliteyi ve önyargı riskini tanımlamak.
2. SP rehabilitasyon çalışmalarında kullanılan VR teknolojisi türlerini (sürükleyici, sürükleyici olmayan, yarı sürükleyici) ve bunların göreceli etkilerini belirlemek ve sınıflandırmak.
3. Üst ekstremitte fonksiyonu, denge ve kaba motor beceriler dahil olmak üzere temel fonksiyonel alanlarda VR'nin bildirilen terapötik etkinliğini özetlemek.
4. VR terapisinin etkinliğini etkileyen temel değiştirici faktörleri (ör. dozaj, yaş, sistem türü) sentezlemek.
5. SP rehabilitasyonunda VR uygulamasının mevcut durumunu tanımlayan temel bulguları ve uygulama stratejilerini özetlemek ve gelecekteki araştırma ihtiyaçlarını vurgulamak.

Bu bölüm, seçilen akademik çalışmalardan elde edilen bulguları sentezleyerek klinisyenlere, araştırmacılara ve politika yapıcılara mevcut kanıt tabanını kapsamlı bir şekilde anlamalarını sağlamak, literatürdeki boşlukları vurgulamak ve bu umut verici nörorehabilitasyon alanında gelecekteki araştırma yönelimlerini bilgilendirmek amacıyla yazılmıştır.

Metodoloji

İncelemelerin Gözden Geçirilmesi

Bu bölüm, SP rehabilitasyonunda VR uygulamasına ilişkin kanıtları sentezlemek için kullanılan sistematik yaklaşımı ayrıntılı olarak açıklamaktadır. Birincil literatürün geniş ve çeşitli doğası göz önüne alındığında, bu bölüm Arksey ve O'Malley (2005) tarafından belirlenen kapsamlı inceleme ilkelerine ve kapsamlı incelemeler ve meta-analizler için tercih edilen raporlama öğeleri kapsamlı incelemeler için uzantısı (PRISMA-ScR) kılavuzlarına bağlı kalarak, sistematik incelemeler ve meta-analizlere genel bakış metodolojik çerçevesini benimsemektedir. Bu yaklaşım, mevcut en sağlam ve en son sentezlenmiş verileri haritalamak ve böylece alanın mevcut durumuna ilişkin üst düzey bir genel bakış sağlamak için seçilmiştir.

Dahil Edilen Kanıtların Niteliği

Bu derleme, SP'li çocuklar ve ergenler için VR müdahalelerine odaklanan on üç yeni sistematik inceleme (Sİ) ve meta-analiz (MA) bulgularını sentezlemektedir. Derlemelere odaklanarak, bu metodoloji, birincil çalışma verilerini yeniden işleme koymadan çeşitli sonuçlar ve metodolojik yaklaşımlar genelinde kanıtların geniş bir değerlendirmesini kolaylaştırmaktadır. Dahil edilen kanıtlar, önde gelen veri tabanlarında yayınlanan araştırmaları kapsamakta ve mevcut literatürün geniş kapsamını teyit etmektedir.

Arama Stratejisi ve Dahil Edilme Kriterleri

Bu inceleme için arama stratejisi, en yüksek kalitede ikincil kanıtları belirlemek üzere tasarlanmıştır. Bu kapsam incelemesine dahil edilme için temel uygunluk kriterleri şu şekilde tanımlanmıştır:

1. Nüfus: Herhangi bir tür SP tanısı konmuş çocuk ve ergenleri (18 yaşına kadar) içeren sistematik incelemeler veya meta analizler.
2. Müdahale: Terapötik müdahale olarak kullanılan herhangi bir tür VR teknolojisini değerlendiren çalışmalar.
3. Sonuç: Motor fonksiyon, denge, yürüyüş, günlük yaşam aktiviteleri (GYA) veya üst ekstremité fonksiyonu ile ilgili nicel veya nitel sonuçları bildiren incelemeler.
4. Çalışma Tasarımı: Birincil odak noktası, yayınlanmış sistematik incelemeler ve meta-analizlerdi.

Hariç tutma kriterleri arasında anlatımsal incelemeler, editör yazıları, tek vaka çalışmaları (bir incelemenin parçası olmadığı sürece) veya yalnızca yetişkin popülasyonlara veya SP dışındaki nörolojik durumlara odaklanan incelemeler yer aldı. Sonunda belirlenen 12 belge, bu bölümün kapsamlı veri kaynağı olarak kullanıldı.

Veri Çıkarma ve Grafik Oluşturma Süreci

Veri çıkarma veya grafik oluşturma, temel özellikleri ve önemli bulguları haritalamak için on üç inceleme üzerinde sistematik olarak gerçekleştirildi. Analiz için çıkarılan veri öğeleri aşağıdaki şekilde kategorize edildi:

Kategori	Çıkarılan Veri Öğeleri
Metodoloji	Kullanılan kalite değerlendirme araçları (örneğin, PEDro, RoB, AMSTAR-2, GRADE), birincil çalışmaların genel metodolojik derecelendirmesi ve bildirilen yanlılık riski (RoB).
Müdahale özellikleri	Sanal Gerçeklik (SP) sistemi türü (Sürükleyici Olmayan, Yarı Sürükleyici, Tam Sürükleyici, Özel/Mühendis Yapımı), müdahale dozajı (dakika/hafta, toplam dakika, hafta cinsinden süre) ve uygulama ortamı (Ev, Klinik, Laboratuvar).

Katılımcı özellikleri	Yaş aralığı (örneğin, okul öncesi, okul çağı), Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS) seviyeleri ve SP alt tipi (örneğin, hemipleji, dipleji).
Etkinlik ve Sonuçlar	Hedeflenen motor alanlar (Üst Ekstremité (ÜE), Denge, Yürüyüş, Günlük Yaşam Aktiviteleri (GYA)), bildirilen etki büyüklükleri (SMD, Hedges' g, Cohen's d) ve kanıt kesinlik dereceleri (örneğin, "Çok Düşük," "Düşük," "Orta").
Mekanizmalar ve Sınırlamalar	Bildirilen etki mekanizmaları (örneğin, motivasyon, nöroplastisite) ve tanımlanan klinik/metodolojik zorluklar (örneğin, maliyet, uzun süreli takip eksikliği).

Seçilen 12 Sistematik Derleme ve Meta-analiz çalışması

- 1) Abdelhaleem, N., Abd El Wahab, M. S., & Elshennawy, S. (2022)
- 2) Aderinto, N., Olatunji, G., Kokori, E., Abraham, I. C., Ogieuhi, I. J., Egbunu, E., ... & Oluwakorede, A. T. (2024)
- 3) Alrashidi, M., Wadey, C. A., Tomlinson, R. J., Buckingham, G., & Williams, C. A. (2023)
- 4) Burin-Chu, S., Baillet, H., Leconte, P., Lejeune, L., Thouwarecq, R., & Benguigui, N. (2024)
- 5) Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018)
- 6) Fandim, J. V., Saragiotto, B. T., Porfirio, G. J. M., & Santana, R. F. (2021)
- 7) Fang, E., Guan, H., Du, B., Ma, X., & Ma, L. (2025)
- 8) Han, Y. G., & Park, S. W. (2023)
- 9) Kilcioglu, S., Schiltz, B., Araneda, R., & Bleyenheuft, Y. (2023)
- 10) Liu, W., Hu, Y., Li, J., & Chang, J. (2022)
- 11) Rathinam, C., Mohan, V., Peirson, J., Skinner, J., Nethaji, K. S., & Kuhn, I. (2019)
- 12) Ravi, D. K., Kumar, N., & Singhi, P. (2017)

Metodolojik Kalite ve Risk Değerlendirmesi

Bu kapsam incelemesinin kritik bir yönü, dahil edilen Sİ/MA'lar içindeki kanıt kalitesinin değerlendirilmesidir. Metodolojik değerlendirmelerin sentezi, tüm alan genelinde önemli bir sınırlamaya işaret etmektedir: temel oluşturan birincil Randomize Kontrollü Çalışmaların (RKÇ) metodolojik kalitesi, ağırlıklı olarak "çok düşük" ile "düşük" olarak derecelendirilmiştir (Fandim ve ark., 2021; Burin-Chu ve ark., 2024; Fang ve ark., 2025).

Kanıt Kalitesinin Düşük Olmasına Katkıda Bulunan Temel Faktörler:

1. Yüksek Önyargı Riski (RoB): Dahil edilen birçok RKÇ, metodolojik kusurlar, özellikle katılımcıları ve terapistleri körleme konusunda zorluklar, belirsiz randomizasyon ve tahsis gizleme prosedürleri sergilemektedir. Cochrane RoB aracı gibi araçlarla değerlendirilen RoB, kanıtların kesinliğini düşüren başlıca faktördür (Fang ve ark., 2025).

2. Heterojenlik: Müdahale protokolleri (sistem türü, seans süresi, sıklık), katılımcı özellikleri (yaş, SP türü, GMFCS seviyesi) ve kullanılan sonuç ölçütleri konusunda çalışmalar arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

Bu derin heterojenlik, meta-analizi ve bulguların genelleştirilmesini zorlaştırmaktadır.

3. Belirsizlik: Birincil çalışmaların çoğunda örneklem büyüklüğü küçüktür. Bu sınırlama, etki tahminleri için geniş güven aralıklarına neden olarak, istatistiksel gücün düşük olmasına ve sonuçların kesinliği ve doğruluğunun azalmasına yol açmaktadır (Fang ve ark., 2025).

4. Raporlama Kalitesi: Birkaç inceleme, birincil literatürde çalışma seçimi, veri çıkarma protokolleri ve önyargı değerlendirmesinin raporlanmasındaki eksiklikleri vurgulamış ve bu da toplu kanıtlara olan güveni daha da zayıflatmıştır (Rathinam ve ark., 2019; Liu ve ark., 2022).

Metodolojik kalitenin düşük olduğu yönündeki tutarlı bulgular, etkinlik sonuçlarını yorumlarken dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Olumlu eğilimler mevcut olsa da, bunlar genellikle daha fazla ve daha titiz bir araştırma yapılmadan kesin, kanıta dayalı klinik önerilere dönüştürülmek için yetersizdir.

Bulgular

Kanıtların ve Etkinlik Bulgularının Haritalandırılması

Bu bölüm, dahil edilen 12 sistematik inceleme ve meta-analizden yararlanarak, kanıtların yapılandırılmış bir sentezini sunmakta, VR teknolojisinin genel durumunu, müdahale özelliklerini ve çeşitli motor alanlarda bildirilen terapötik etkinliği haritalandırmaktadır.

Sanal Gerçeklik Sistem Türlerinin Haritalandırılması

SP rehabilitasyonunda kullanılan VR sistemleri çeşitlidir ve farklı düzeylerde sürükleyicilik ve özelleştirme imkanı sunar. İncelemeler, bu sistemleri öncelikle donanımlarına ve kullanım amaçlarına göre sınıflandırmaktadır:

Sürükleyici Özelliği Olmayan Sistemler (Hazır Sistemler)

Standart bilgisayar veya televizyon ekranları ve ticari oyun konsolları kullanan bu sistemler, düşük maliyetleri ve yüksek erişilebilirlikleri nedeniyle mevcut literatürde en yaygın olarak incelenen sistem türüdür.

- Nintendo Wii/Wii Fit: En sık incelenen ticari sistemdir ve genellikle denge ve genel motor becerilerini hedefler.

- Microsoft Xbox/Kinect: Hareket sensörü olarak popülerdir, doğal, kontrolsüz etkileşime olanak tanır ve genellikle kaba motor fonksiyon eğitimi için kullanılır.

- Sony PlayStation/Eye Toy: Özellikle eski literatürde olmak üzere birçok çalışmada yer almıştır.

- Leap Motion Controller: El ve parmak hareketlerini hassas bir şekilde takip edebilmesi nedeniyle, öncelikle üst ekstremita (ÜE) rehabilitasyonunda kullanılır.

Yarı Sürükleyici Sistemler

Bu kategori genellikle, büyük ekran projeksiyonları veya bazı çevresel farkındalığı koruyan özel kurulumlar aracılığıyla bir dereceye kadar daldırma sağlayan sistemleri içerir. Sentezlenen kanıtlar, yarı sürükleyici sistemlerin, sürükleyici olmayan ve tam sürükleyici sistemlere kıyasla kaba motor fonksiyon ve denge gelişimi üzerinde daha büyük terapötik etkiler sergilediğini göstermektedir (Fang ve ark., 2025). Tersine, sürükleyici olmayan sistemlerin günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) daha büyük fonksiyonel kazanımları kolaylaştırdığı belirtilmiştir.

Tamamen Sürükleyici Sistemleri (HMD Tabanlı)

Bu sistemler, kullanıcının görüşünü tamamen sanal bir ortamla değiştirmek için Başa Takılan Ekranlar (HMD'ler) kullanır. Mevcut kanıtlar sınırlı olmakla birlikte, artan varlık ve katılım potansiyeli nedeniyle gelecekteki araştırmalar için önemli bir alan olarak kabul edilmektedir.

Özel ve Mühendisler Tarafından Oluşturulan Sistemler

Bu ticari olmayan sistemler, belirli rehabilitasyon ihtiyaçlarını karşılamak üzere özel olarak tasarlanmış ve ayarlanmıştır (örneğin, IREX, E-link). Meta analizler, mühendisler tarafından geliştirilen sistemlerin, ticari hazır sistemlere ($d=0,31$) kıyasla sonuçları iyileştirmede daha güçlü bir VR etkisi (ör. $d=1,27$) gösterdiğini tutarlı bir şekilde ortaya koymaktadır (Chen ve ark., 2018). Ancak, bu özel sistemlerin yüksek maliyeti, yaygın klinik uygulamaya geçilmesinin önünde önemli bir engel olmaya devam etmektedir.

Fonksiyonel Alanlarda Terapötik Etkinlik

VR rehabilitasyonunun etkinliği, hedeflenen fonksiyonel alana ve müdahale protokolüne (sadece VR ile geleneksel terapi, Kombine terapi (KT)'nin birleşimi) göre değişir. Genel olarak, VR, motor fonksiyonları iyileştirmek için KT'ye eklendiğinde orta derecede genel bir etki boyutu (Cohen's $d = 0,50$) gösterir.

Üst Ekstremita (ÜE) Fonksiyonu ve Koordinasyonu

ÜE fonksiyonu, VR uygulaması için en sık çalışılan alanlardan biridir. Kanıtlar, VR'nin geleneksel terapiye ek olarak üstünlüğünü vurgulamaktadır:

- Kombine Terapi (KT): Çok sayıda çalışma, geleneksel rehabilitasyon programına VR'nin eklenmesinin, KT'ye kıyasla ÜE aktivitesini iyileştirmede daha etkili olduğu sonucuna varmıştır (Chen ve ark., 2018; Burin-Chu ve ark., 2024).

o Fandim ve ark. (2021), bu kombine yaklaşımın ÜE fonksiyonunu iyileştirmede “çok düşük kaliteli” olsa da olumlu bir kanıt ($SMD = 1,06$) olduğunu bildirmiştir.

o Burin-Chu ve ark. (2024), kanıt kesinliği “düşük” olarak değerlendirilmesine rağmen, UE aktivitesi için kombine grubu destekleyen orta düzeyde bir etki büyüklüğü ($SMD = 0,65$) bildirmiştir. “

- VR ile Yalnızca KT Karşılaştırması: VR'nin tek başına bir tedavi olarak üstünlüğüne ilişkin kanıtlar daha az nettir. Fandim ve ark. (2021), VR'nin tek başına ÜE fonksiyonu için KT'den üstün olmadığına dair “çok düşük kaliteli” kanıtlar bulmuştur.

- Büyüklük ve Süre: Müdahale öncesi/sonrası meta-analiz, VR'nin ÜE fonksiyonu üzerindeki etkisinin güçlü bir etki büyüklüğü ($d = 1,00$) olduğunu göstermiştir. Ancak, kazanımlar genellikle zamanla azalır; Kilcioglu ve ark. (2023) önemli bir kısa vadeli etki ($SMD=0,39$) kaydetmiş olsa da, orta ve uzun vadeli takipte etki büyüklüğü, VR'yi destekleyen olumlu bir eğilime rağmen istatistiksel olarak anlamlı değildi.

Denge ve Postür Kontrolü

Denge eğitimi, VR'nin tutarlı olumlu etkiler gösterdiği bir alandır:

- Etkinlik: Erken dönem incelemeler, dengeyi iyileştirme konusunda “orta düzeyde kanıt” olduğunu bildirmiştir (Ravi ve ark., 2017). Daha yeni meta analizler, VR'nin denge fonksiyonu üzerindeki yararlı etkisini doğrulamaktadır ($SMD = 0,47$) (Liu ve ark., 2022).

- Büyüklük: Fandim ve ark. (2021), geleneksel rehabilitasyona kıyasla postür kontrolü ve dengeyi iyileştirmede VR'nin tek başına kullanımının büyük bir etki büyüklüğü ($SMD = 1,43$, çok düşük kaliteli kanıt) olduğunu bildirmiştir.

- Ölçümler: Pediatrik Denge Ölçeği (PBS), Zamanlı Kalk ve Yürü (TUG) testi ve basınç merkezi kinematığı gibi objektif ölçümler dahil olmak üzere çeşitli klinik ölçütlerde iyileşmeler bildirilmiştir.

Kaba Motor Fonksiyon, Yürüyüş ve Günlük Yaşam Aktiviteleri (GYA)

Bu alanlar, SP rehabilitasyonunun nihai fonksiyonel hedeflerini temsil eder:

- Kaba Motor Fonksiyon (GMFM): Birkaç derleme, VR müdahalelerinin ardından GMFM puanlarında kısmi iyileşmeler olduğunu tutarlı bir şekilde bildirmektedir (Abdelhaleem ve ark., 2022; Alrashidi ve ark., 2023). Fang ve ark. (2025), VR ve KT'nin birleştirilmesinin kaba motor fonksiyonu önemli ölçüde iyileştirdiğini özetlemiştir. Bu iyileşmeler en belirgin olarak ayakta durma (GMFM-D) ve yürüme/koşma/zıplama (GMFM-E) boyutlarında görülmüştür.

- Yürüyüş ve Ambülasyon: Yürüyüş ile ilgili sonuçlar karışık. Fang ve ark. (2025) tarafından özetlenen bazı incelemeler yürüme hızında bir artış olduğunu bildirirken, Fandim ve ark. (2021) yürüyüşü iyileştirmek için VR'nin KT'ye ek bir faydası olmadığını gösteren “düşük kaliteli” kanıtlar bulmuştur.

- Günlük Yaşam Aktiviteleri (GYA): GYA kritik bir son noktadır. Han ve Park (2023) tarafından özellikle GYA'ya odaklanan bir meta-analiz, VR müdahaleleri için genel olarak olumlu bir etki büyüklüğü (Hedges' $g = 0,37$) bulmuştur. GYA'daki iyileşmeler, özellikle Kinect tabanlı non-immersive sistemler kullanıldığında “orta derecede kanıt” olarak değerlendirildi (Aderinto et al., 2024; Fang ve ark., 2025). Sonuç ölçümleri arasında WeeFIM ve PEDI yer aldı.

Değiştirici Faktörler ve Optimal Müdahale Parametreleri

Sistematik incelemelerdeki alt grup analizleri, hangi katılımcıların ve müdahale protokollerinin en önemli terapötik kazanımları sağladığına dair önemli bilgiler sunmaktadır:

Katılımcı Özellikleri

1. Yaş: VR etki büyüklüğü ile katılımcı yaşı arasında önemli bir negatif korelasyon vardır ($P = .037$), bu da özellikle okul öncesi yaş grubundaki daha küçük çocukların en büyük faydayı sağladığını göstermektedir (Chen ve ark., 2018; Han ve Park, 2023). Bu bulgunun, gelişmekte olan genç beyinde daha yüksek nöroplastisite seviyelerinden kaynaklandığı öne sürülmektedir. ADL'de en yüksek etki büyüklüğü okul öncesi alt grupta gözlemlenmiştir ($d = 0,98$).

2. CP Alt Tipi: Hemiplejik CP'li çocuklarda kaba motor becerilerde iyileşmeler özellikle belirgindi, oysa yürüyüşteki iyileşmeler bilateral/karışık CP alt tiplerinde daha belirgindi (Fang ve ark., 2025).

Müdahale Parametreleri (Dozaj ve Sistem Türü)

1. Dozaj: Müdahale protokolünün yoğunluğu ve süresi, sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir:

- o Haftalık Süre: GYA iyileşmesi için optimal etki büyüklüğü ($d = 0,44$), haftada 101-200 dakikalık VR uygulamasıyla elde edilmiştir (Han ve Park, 2023).

- o Toplam Süre: En iyi sonuçlar, 12 haftadan uzun süren ve toplam kümülatif maruz kalma süresi 1000-1200 dakikayı aşan müdahalelerle elde edilmektedir (Fang ve ark., 2025). Konsensüs, daha yüksek sıklık (haftada ≥ 5 kez) ve uzun süreli maruz kalmanın motor adaptasyonu ve etkinliği artırdığını göstermektedir.

2. Sistem Türü ve Sürükleyicilik:

o Özel Yapım ve Ticari Sistemler: Belirtildiği gibi, mühendisler tarafından geliştirilen sistemler, hassas terapötik ayarlama kapasitelerinin daha yüksek olması nedeniyle, ticari sistemlere ($d=0,31$) kıyasla sonuçlar üzerinde önemli ölçüde daha güçlü etkiler ($d=1,27$) göstermiştir (Liu ve ark.,2022).

o Belirli Ticari Sistemler: Bir alt grup analizi, Kinect™ ve PlayStation™'ın, Nintendo Wii™'ye kıyasla geleneksel terapiye eklendiğinde daha yüksek etkinlikle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Burin-Chu ve ark., 2024).

o Sürükleyicilik Düzeyi: Yarı sürükleyici VR sistemleri, kaba motor fonksiyon ve denge üzerinde üstün terapötik etkiler gösterirken, sürükleyici olmayan sistemler GYA'da daha büyük fonksiyonel kazanımlarla ilişkilendirildi (Fang ve ark., 2025).

3. Tedavi Ortamı: İlginç bir şekilde, ev veya laboratuvar ortamlarında uygulanan VR (sırasıyla $d=1,30$ ve $d=1,47$) özel klinik ortamlarda uygulanan VR'dan ($d=0,28$) daha etkili bulunmuştur. Bu, klinik dışı ortamlarla ilişkili yenilik ve artan uyumun terapötik sonucu iyileştirebileceğini göstermektedir (Ravi ve ark., 2017).

Tartışma

Mekanizmalar, Değerlendirme ve Klinik Uygulama

Bu bölüm, kanıtların haritalandırılmasından bulguların eleştirel değerlendirilmesine, motor öğrenme teorisi bağlamında sentezlenen verilerin yorumlanmasına ve VR rehabilitasyonunun klinik uygulamasıyla ilgili pratik zorlukların ele alınmasına geçmektedir.

Teorik Uyum: Etki Mekanizmaları

VR terapisinin potansiyel etkinliği, motor öğrenme ve nöroplastisitenin temel ilkeleriyle benzersiz uyumundan kaynaklanmaktadır. Sentezlenen kanıtlar, VR'nin fonksiyonel kazanımları kolaylaştırdığına dair birkaç ikna edici mekanizma belirlemektedir:

1. Motivasyon ve Aktif Katılım

VR sistemlerinin oyunlaştırılmış ve doğası gereği eğlenceli yapısı, geleneksel, tekrarlayan terapinin monotonluğunu temelden kırmaktadır. Aktif katılım, katılım ve keyfi artırarak, VR hastaların rehabilitasyon sürecine bağlılıklarını ve taahhütlerini önemli ölçüde artırır (Ravi ve ark., 2017). Bu sürdürülebilir motivasyon, motor adaptasyonu ve nöroplastisite değişikliğini tetikleyen ön koşullar olan daha yüksek tekrar ve artan yoğunluğa yol açar (Kilcioglu ve ark., 2023).

2. Gelişmiş Motor Öğrenme ve Geri Bildirim

VR, doğası gereği etkili motor öğrenmenin temel ilkelerini bünyesinde barındırır:

- Yüksek Yoğunluklu Tekrar: Otomatik geri bildirim ve ayarlanabilir zorluk seviyesi sayesinde, VR görevleri bir seans içinde manuel terapiden çok daha fazla kez gerçekleştirilebilir.

- Göreve Özel Uygulama: Sanal ortamlar, klinik ortamda güvenli bir şekilde tekrarlanması zor veya imkansız olan, son derece spesifik ve ekolojik olarak geçerli fonksiyonel görevlerin uygulanmasına olanak tanır.

- Geliştirilmiş Gerçek Zamanlı Biyo-geri Bildirim: VR ortamı, hastalara vücut pozisyonları, hareketleri ve performans ölçütleri hakkında anında, geliştirilmiş görsel ve işitsel biyo-geri bildirim sağlar. Bu dış odaklanma, beyni hedefe yönelik eylemlere öncelik vermeye teşvik eder, motor doğruluğunu ve koordinasyonu optimize eder ve öz düzeltme sürecini geliştirir (Aderinto ve ark., 2024).

3. Nöroplastisite ve Kortikal Yeniden Düzenleme

VR'nin yüksek yoğunluklu, göreve özgü ve ödüllendirici doğası, nöroplastik değişiklikler için güçlü bir tetikleyicidir. İncelemelerde alıntılanan nörogörüntüleme çalışmaları, VR'nin birincil motor korteks gibi motor kontrol ile ilişkili beyin bölgelerinin aktivasyonunu artırdığını göstermektedir (Fang ve ark., 2025). Özellikle hemiparetik SP'li çocuklarda, VR terapisinin ipsilateral ve kontralateral sensomotor kortekslerin anormal aktivasyonunu modüle ettiği, kortikal yeniden organizasyonu kolaylaştırdığı ve motor yürütmenin iyileştirilmesi için gerekli olan nöral bağlantıyı artırdığı gözlemlenmiştir (Aderinto ve ark., 2024).

4. Güvenli ve Kontrollü Ortam

VR, gerçek dünyada güvenli olmayan veya fiziksel olarak zorlayıcı olabilecek karmaşık motor kalıplarını uygulamak için güvenli bir ortam sunar (Fandim ve ark., 2021). Hastalar düşme korkusu olmadan ileri düzey denge ve yürüyüş stratejilerini uygulayabilir, bu da daha yüksek zorluk seviyeleri ve dolayısıyla daha büyük terapötik ilerleme sağlar. Sanal görevin karmaşıklığını kontrol etme ve derecelendirme yeteneği, beceri ustalığı için gerekli olan aşamalı aşırı yüklem için temeldir.

Etkinlik Kanıtlarının Eleştirel Değerlendirmesi

Mekanik avantajlar ve bildirilen etki büyüklükleri (ör. ÜE için $d=1,00$, denge için $SMD=1,43$) cesaret verici olsa da, eleştirel değerlendirme bu olumlu bulguların önemli metodolojik sınırlamalarla dengelendiğini ortaya koymaktadır.

Düşük Kanıt Kesinliğinin Zorluğu

Birçok sonucun kanıt kesinliğinin “çok düşük ila düşük” olduğu yönündeki genel bulgu (Fandim ve ark., 2021; Burin-Chu ve ark., 2024) dikkatli bir yorum gerektirmektedir. Popülasyonlar, müdahaleler ve sonuç ölçümlerindeki heterojenlik, doğrudan karşılaştırmayı zorlaştırarak, kesin olmayan ve genelleştirilebilirliği azaltan sonuçlara yol açmaktadır. Çoğu VR denemesinde katılımcıların ve terapistlerin körleştirilmemesi, performans ve tespit önyargısı gibi içsel bir risk ortaya çıkarmaktadır. Bu risk, bildirilen faydalar, özellikle motivasyon ve kendi bildirimlerine dayalı işlevlerle ilgili faydalar değerlendirilirken dikkate alınmalıdır.

Karışık Bulguları Yorumlama

Farklı işlevsel alanlarda elde edilen karışık sonuçlar, incelikli bir anlayış gerektirir. Denge ve kaba motor fonksiyonları (GMFM-D/E) için güçlü kanıtlar, özellikle VR'nin yardımcı olarak kullanıldığı durumlarda, Kinect gibi ticari sistemler tarafından kolayca oyunlaştırılabilen dinamik ağırlık kayması, hızlı karar verme ve geniş genlikli hareketler gerektiren görevlerde VR'nin sağlam bir rol oynadığını göstermektedir. Tersine, yürüyüş ve ÜE fonksiyonu için daha zayıf ve daha az tutarlı kanıtlar, iki temel sorunu işaret edebilir:

1. Ölçüm Hassasiyeti: Yürüyüş analizi genellikle hassas laboratuvar ekipmanı (örneğin, 3D hareket yakalama) gerektirir. Yürüyüşün klinik ölçümleri, VR'nin neden olduğu ince ama anlamlı kinematik iyileşmeleri tespit etmek için yeterince hassas olmayabilir.

2. Sistem Sınırlamaları: Standart ticari VR sistemleri (Wii gibi), karmaşık üst ekstremité görevleri veya ayrıntılı yürüyüş kinematiği için gerekli olan ince motor kontrolünü ve karmaşık koordinasyonu etkili bir şekilde eğitmek için gerekli hassasiyete veya serbestlik derecesine sahip olmayabilir. Bu, özelleştirilmiş hassasiyet sunan mühendis tarafından geliştirilen sistemlerin daha güçlü etkiler gösterme eğiliminde olduğu bulgusunu güçlendirmektedir.

Değiştirici Faktörlerin Önemi

Anahtar değiştirici faktörlerin belirlenmesi, eyleme geçirilebilir klinik bilgiler sağlar:

- **Doz Önemlidir:** Toplam maruz kalma süresi (12 haftadan fazla bir sürede 1000–1200 dakika) ve haftalık sıklık (101–200 dakika) ile daha iyi sonuçlar arasında bir korelasyon olduğu bulgusu, yüksek yoğunluklu motor öğrenmenin ilkesini doğrulamaktadır. VR'nin terapistin yorulmasına neden olmadan bu dozu sağlayabilme yeteneği, tartışmasız en büyük klinik gücüdür.

- **Yaş Aralığı:** Yaş ve etki büyüklüğü arasındaki ters ilişki (daha küçük çocuklar daha fazla fayda sağlar), maksimum nöroplastik potansiyel dönemini hedefleyen erken müdahalenin önemini vurgular.

- **Ortam Optimizasyonu:** Ev/laboratuvar ortamlarında gözlemlenen üstün sonuçlar, müdahalenin “klinik hissini” en aza indirip daldırmayı en üst düzeye çıkarmanın, etkinliğin güçlü itici güçleri olan uyumu ve içsel motivasyonu artırabileceğini göstermektedir.

Klinik Uygulamada Karşılaşılan Zorluklar

Umut verici terapötik potansiyeline rağmen, birkaç lojistik, teknolojik ve etik zorluk, VR'nin standart klinik uygulamaya yaygın olarak entegre edilmesini engellemektedir:

1. **Maliyet ve Erişilebilirlik:** Terapötik açıdan en etkili sistemler olan mühendisler tarafından üretilen özel VR donanımları oldukça pahalıdır ve bu da birçok klinik ve ailenin bu sistemlere erişimini kısıtlamaktadır (Chen ve ark., 2018; Aderinto ve ark., 2024). Ticari sistemler düşük maliyetli bir alternatif sunsa da, sınırlı özelleştirilebilirlikleri, belirli, üst düzey SP rehabilitasyon hedefleri için kullanışlılıklarını kısıtlayabilir.

2. **Teknik ve Lojistik Engeller:** VR'nin başarılı bir şekilde uygulanması, kurulum, bakım ve sorun giderme için teknik uzmanlık gerektirir. Ayrıca, evde uygulanan programlar, ailelerin teknolojiye aşinalığına ve yeterli teknik desteğin mevcudiyetine büyük ölçüde bağlıdır, bu da önemli bir lojistik engel oluşturur.

3. **Olumsuz Etkiler ve Güvenlik:** Ciddi olumsuz olaylar nadiren bildirilse de, hareket hastalığı, göz yorgunluğu, baş ağrısı veya baş dönmesi gibi potansiyel yan etkiler dikkate alınmalıdır (Aderinto ve ark., 2024). Bu riskleri en aza indirmek için, özellikle tamamen sürükleyici HMD sistemlerinde, müdahale süresi ve yoğunluğu dikkatlice ayarlanmalıdır.

4. **Etik Hususlar:** Hasta onayı, veri güvenliği ve gizlilikle ilgili etik konular, özellikle çocukların hareket verilerini kapsamlı bir şekilde toplayan sistemler kullanıldığında, titizlikle ele alınmalıdır (Aderinto ve ark., 2024).

Sonuç ve Gelecek Yönelimler

İnceleme Bulgularının Özeti

Sistematik incelemeler ve Meta-analizlerin bu kapsam incelemesi, SP rehabilitasyonunda VR müdahalesinin mevcut durumuna ilişkin kapsamlı bir harita sunmaktadır. Kanıtlar topluca, VR'nin, özellikle geleneksel fiziksel ve mesleki terapinin bir tamamlayıcısı olarak kullanıldığında, SP'li çocuk ve ergenlerde motor fonksiyonları, dengeyi ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirme konusunda önemli bir umut vaat ettiğini göstermektedir. VR'nin etkinliği, motivasyonu artırma, yüksek yoğunluklu, göreve özgü uygulama sağlama ve nöroplastik değişiklikleri kolaylaştırma yeteneği ile güçlü bir şekilde bağlantılıdır.

Önemli bulgular şunlardır:

1. **Etkinlik:** Orta düzeyde kanıtlar, VR'nin denge ve kaba motor fonksiyonlar üzerindeki etkinliğini desteklemektedir. ÜE fonksiyonları için kanıtlar karışık olmakla birlikte, müdahale öncesi ve sonrası güçlü etkiler göstermektedir.
2. **Sistem Türü:** Özel, mühendis tarafından tasarlanmış sistemler ve yarı sürükleyici kurulumlar genellikle daha büyük terapötik güç gösterir, ancak ticari konsollar da uygun maliyetli bir seçenek olmaya devam etmektedir.
3. **Optimal Doz ve Yaş:** Terapötik etkinlik, daha yüksek kümülatif maruziyetle (toplam 1000–1200+ dakika) en üst düzeye çıkarılır ve daha küçük (okul öncesi) çocuklarda önemli ölçüde daha yüksektir.
4. **Sınırlama:** Bu olumlu bulguların güvenilirliği ve genelleştirilebilirliği, yüksek önyargı riski, küçük örneklem boyutları ve yaygın heterojenlik ile karakterize edilen, temel birincil literatürün düşük metodolojik kalitesi nedeniyle önemli ölçüde sınırlıdır.

Klinik Uygulama için Sonuçlar

Sentezlenen kanıtlara dayanarak, klinik uygulama için aşağıdaki sonuçlar çıkarılabilir:

- **Yerine Geçirme Değil, Entegrasyon:** VR, geleneksel, uygulamalı terapinin yerine geçmekten ziyade, yoğunluğu, uyumu ve motivasyonu artırmak için mevcut rehabilitasyon protokollerine entegre edilmelidir.
- **Denge ve Kaba Motor Becerilere Öncelik Verin:** Klinisyenler, özellikle GMFM-D ve GMFM-E boyutlarını hedefleyerek, denge, postür kontrolü ve kaba motor becerileri geliştirmek için VR'yi güvenle kullanmalıdır.
- **Dozu Optimize Etmek:** Rehabilitasyon protokolleri, motor adaptasyon potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için optimal haftalık doz (ideal olarak 101-200 dakika) ve uzun vadeli toplam maruz kalma süresi (12+ hafta) sağlayacak şekilde tasarlanmalıdır.
- **Yaş ve Alt Tipi Dikkate Alın:** VR kaynakları, daha yüksek tepki verme yetenekleri nedeniyle daha küçük çocuklara (okul öncesi yaş) öncelik verilebilir. Sistem seçimi, SP alt tipine göre yapılabilir (örneğin, GYA kazançları için sürükleyici olmayan, ince motor/ÜE hassasiyeti için özel sistemler).
- **Klinik Dışı Ortamları Keşfetmek:** Ev ve laboratuvar ortamlarında gözlemlenen üstün sonuçlar, lojistik olarak mümkün olduğunda ve uzaktan rehberlikle desteklendiğinde, ev tabanlı VR programlarını keşfetmenin son derece faydalı olabileceğini göstermektedir.

Gelecekteki Araştırmalar için Öneriler

Bu teknolojinin potansiyelini tam olarak gerçekleştirmek ve SP bakımının standart, kanıta dayalı bir bileşeni haline getirmek için, bilim camiası mevcut literatürde belirlenen sınırlamaları acilen ele almalıdır:

1. Yüksek Kaliteli, Çok Merkezli Randomize Kontrollü Çalışmalar (RKÇ'ler): Uygun körleme, randomizasyon ve tahsis gizleme dahil olmak üzere, önyargıyı azaltan prosedürleri titizlikle uygulayan, büyük örneklemli, metodolojik olarak sağlam, çok merkezli RKÇ'lere kritik bir ihtiyaç vardır.

2. Uzun Süreli Takip: Gelecekteki çalışmalar, şu anda önemli bir bilgi boşluğu olan VR kaynaklı fonksiyonel kazanımların dayanıklılığını ve kalıcılığını değerlendirmek için uzun süreli takip dönemlerini (en az 6-12 ay) içermelidir (Kilcioglu ve ark., 2023).

3. Standartlaştırılmış Protokoller ve Sonuç Ölçütleri: Heterojenliği azaltmak ve farklı araştırma merkezleri arasında sonuçların anlamlı bir şekilde karşılaştırılmasını ve toplanmasını kolaylaştırmak için standartlaştırılmış müdahale protokolleri ve temel bir dizi sonuç ölçütü geliştirilmesi gerekmektedir.

4. Derinlemesine Alt Grup Analizleri: Gelecekteki araştırmalar, hangi özelliklerin (yaş, GMFCS seviyesi, SP alt tipi) belirli VR müdahale özelliklerine (sistem türü, daldırma seviyesi, içerik) en iyi yanıt verdiğini kesin olarak belirlemek için kapsamlı alt grup analizlerine öncelik vermelidir.

5. Maliyet Etkinliği Analizi: Ticari sistemleri, özel yapım sistemleri ve geleneksel tedaviyi karşılaştıran titiz maliyet etkinliği çalışmaları, hem sağlık sistemleri hem de aileler için kaynak tahsisi ve klinik karar verme süreçlerine rehberlik etmek açısından çok önemlidir.

6. Kullanıcı Odaklı Tasarım ve Sürükleyici VR: Gelecekteki çalışmalar, tamamen sürükleyici VR'nin (HMD'ler) terapötik uygulanabilirliği ve karşılaştırmalı etkinliğine odaklanmalıdır. Ayrıca, araştırmalar, sistemlerin ilgi çekici, klinik olarak ilgili ve gerçekten işlevsel olmasını sağlamak için çocukların, ailelerin ve klinisyenlerin sistemlerin ortak tasarımına katılımına öncelik vermelidir.

Sonuç olarak, VR, SP rehabilitasyonunda heyecan verici ve dönüştürücü bir öncü olmaya devam etmektedir. Mevcut kanıtlar umut verici olsa da, standart, kanıta dayalı bir klinik uygulama olarak yerini sağlamlaştırmak için daha titiz ve büyük ölçekli araştırmalar zorunludur.

KAYNAKLAR

- Abdelhaleem, N., El Wahab, M. S. A., & Elshennawy, S. (2022). Effect of virtual reality on motor coordination in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Egyptian Journal of Medical Human Genetics*, 23(1), 71.
- Aderinto, N., Olatunji, G., Kokori, E., Abraham, I. C., Ogieuhi, I. J., Egbunu, E., ... & Oluwakorede, A. T. (2024). The Effectiveness of Virtual Reality Therapy in Improving Motor Function and Quality of Life among Children with Cerebral Palsy. *Current Treatment Options in Pediatrics*, 11(1), 1.
- Alrashidi, M., Wadey, C. A., Tomlinson, R. J., Buckingham, G., & Williams, C. A. (2023). The efficacy of virtual reality interventions compared with conventional physiotherapy in improving the upper limb motor function of children with cerebral palsy: a systematic review of randomised controlled trials. *Disability and Rehabilitation*, 45(11), 1773-1783.
- Arksey, H., & O'malley, L. (2005). Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*, 8(1), 19-32.
- Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., ... & Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental medicine and child neurology*, 47(8), 571-576.
- Blair, E., & Love, S. (2005). Definition and classification of cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 47(8), 510-510.
- Burin-Chu, S., Baillet, H., Leconte, P., Lejeune, L., Thouvarecq, R., & Benguigui, N. (2024). Effectiveness of virtual reality interventions of the upper limb in children and young adults with cerebral palsy: A systematic review with meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 38(1), 15-33.
- Chen, Y., Fanchiang, H. D., & Howard, A. (2018). Effectiveness of Virtual Reality in Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Physical Therapy*, 98(1), 63-77. doi:10.1093/ptj/pzx115
- Fandim, J. V., Saragiotto, B. T., Porfírio, G. J. M., & Santana, R. F. (2021). Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Brazilian journal of physical therapy*, 25(4), 369-386.
- Fang, E., Guan, H., Du, B., Ma, X., & Ma, L. (2025). Effectiveness of virtual reality for functional disorders in cerebral palsy: an overview of systematic reviews and meta-analyses. *Frontiers in Neurology*, 16, 1582110.
- Han, Y., & Park, S. (2023). Effectiveness of virtual reality on activities of daily living in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *PeerJ*, 11, e15964.
- Kilcioglu, S., Schiltz, B., Araneda, R., & Bleyenheuft, Y. (2023). Short-to long-term

effects of virtual reality on motor skill learning in children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. *JMIR Serious Games*, 11(1), e42067.

Levin, M. F., & Demers, M. (2021). Motor learning in neurological rehabilitation. *Disability and rehabilitation*, 43(24), 3445-3453.

Liu, W., Hu, Y., Li, J., & Chang, J. (2022). Effect of virtual reality on balance function in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in public health*, 10, 865474.

Novak, I., Morgan, C., Fahey, M., Finch-Edmondson, M., Galea, C., Hines, A., ... & Badawi, N. (2020). State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy. *Current neurology and neuroscience reports*, 20(2), 3.

Palma, G. C. D. S., Freitas, T. B., Bonuzzi, G. M. G., Soares, M. A. A., Leite, P. H. W., Mazzini, N. A., ... & Torriani-Pasin, C. (2017). Effects of virtual reality for stroke individuals based on the International Classification of Functioning and Health: a systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 24(4), 269-278.

Rathinam, C., Mohan, V., Peirson, J., Skinner, J., Nethaji, K. S., & Kuhn, I. (2019). Effectiveness of virtual reality in the treatment of hand function in children with cerebral palsy: A systematic review. *Journal of Hand Therapy*, 32(4), 426-434.

Ravi, D. K., Kumar, N., & Singhi, P. (2017). Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*, 103(3), 245-258.

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., ... & Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 109(suppl 109), 8-14.

Schiariti, V., Longo, E., Shoshmin, A., Kozhushko, L., Besstrashnova, Y., Król, M., ... & Amado, S. (2018). Implementation of the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF) core sets for children and youth with cerebral palsy: global initiatives promoting optimal functioning. *International journal of environmental research and public health*, 15(9), 1899.



DİYABET VE EGZERSİZ

“ ”

Nazan ÖZTÜRK¹

¹ Doç. Dr. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Söke Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Aydın/Türkiye. nazan.ozturk@adu.edu.tr. Orcid: 0000-0002-7510-4336

Giriş

Bulaşıcı olmayan hastalıklar hala küresel çapta önemli bir halk sağlığı sorunudur. Diyabet es mellitus, hızla yaygınlaşan bir metabolik bozukluktur ve kronik bulaşıcı olmayan hastalıkların neden olduğu dördüncü ölüm nedeni arasında sayılmaktadır. Açlık veya tokluk kan örneğinde hiperglisemi ile tanımlanmaktadır ve farklı popülasyonlarda ve coğrafi bölgelerde komplikasyonlara ve sosyal, sağlık ve ekonomik sonuçlara yol açmaktadır (Alam et al., 2014; Kaul et al., 2012; Unwin et al., 2006). Bulaşıcı olmayan hastalıklar, özellikle düşük ve orta gelirli ülkelerde halk sağlığı ve ekonomi için önemli bir tehdit oluşturmaktadır. Diyabetin tahmini maliyetinin 2045 yılına kadar 1.054 milyar dolara ulaşması ve orta gelirli ülkelerde tahmini diyabet yaygınlık oranlarının %21,1, yüksek gelirli ülkelerde %12,2 ve düşük gelirli ülkelerde %11,9 olması tahmin edilmektedir (Sun et al., 2022; Stephani et al., 2016).

Diyabetes mellitus, glikozun hem enerji kaynağı olarak yeterince kullanılmadığı hem de uygunsuz glukoneogenez ve glikojenoliz nedeniyle aşırı üretildiği ve bunun sonucunda hiperglisemiye yol açan bir grup karbonhidrat metabolizması bozukluğudur (Çinar and Bitek, 2023; Sacks et al., 2023). Diyabetes mellitus, venöz plazmada artmış glikoz konsantrasyonları veya kanda artmış A1C gösterilerek teşhis edilmektedir. Diyabetes mellitus şu anda dünya çapında 463 milyondan fazla insanı etkilemektedir (Saeedi et al., 2019) ve Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaygınlığı %10,5'tir (National Diabetes Statistics Report, 2020).

Diyabetes mellitus, geleneksel olarak birkaç klinik kategoriye ayrılır (örneğin, tip 1 veya tip 2 diyabet, gebelik diyabeti ve monogenik diyabet, ekzokrin pankreas bozuklukları ve yüksek riskli ilaçlar gibi diğer nedenlerden kaynaklanan diğer spesifik tipler) (American Diabetes Association, 2014).

Kontrol altına alınmayan diyabet körlüğe, uzuv kaybına, böbrek yetmezliğine, damar hastalıklarına ve kalp hastalıklarına yol açabilir. Önümüzdeki 20 yıl içinde Amerika Birleşik Devletleri'nde tip 2 diyabetli kişi sayısının 44 milyona ulaşacağı, bunun da mevcut yaygınlığın yaklaşık iki katı olacağı tahmin edilmektedir (Huang et al., 2009).

Diyabetin düşünülmesini gerektiren semptomlar arasında poliüri, poli-dipsi, yorgunluk, bulanık görme, kilo kaybı, yara iyileşmesinin yavaşlaması, uyuşukluk ve karıncalanma yer almaktadır (Pippitt et al., 2016)

Tanı kriterleri

Diyabetes mellitus tanısı,

-Hipergliseminin klasik belirti ve semptomlarının tek bir rastgele plazma glikoz ölçümüyle (200 mg/dL (11,1 mmol/L)

- %6,5 veya daha yüksek bir A1C seviyesi,
- 126 mg/dL (7,0 mmol/L) veya daha yüksek bir açlık plazma glikoz seviyesi
- 75 g glikoz yükü ile yapılan oral glikoz tolerans testi sırasında iki saatlik plazma glikoz seviyesi ile konulabilir (ADA,2015; Pippitt et al., 2016).

Risk faktörleri

Diyabet komplikasyonlarının gelişimi için yaygın risk faktörleri arasında;

- Kan basıncı,
- Lipid parametreleri (toplam, HDL ve LDL kolesterol ve trigliseritler),
- Kalp atış hızı,
- Vücut ağırlığı ve
- Ürik asit bulunmaktadır (Iwasaki et al., 2025).

SINIFLANDIRMA

Diyabet aşağıdaki genel kategorilere ayrılabilir:

1. Tip 1 Diyabet

- Mutlak insülin eksikliğine yol açan β hücre yıkımına bağlıdır.
- Genellikle bağışıklık mekanizmaları aracılığıyla gerçekleşir.
- LADA (yetişkinlerde latent otoimmün diyabet),

2. Tip 2 Diyabet

►İnsülin direnci zemininde ilerleyici bir insülin salgılama kusuruna bağlıdır.

►Baskın insülin direncinden, göreceli insülin eksikliğiyle birlikte yaygın insülin salgılanmasına kadar değişebilir.

- Sıklıkla metabolik sendrom adı verilen diğer sorunlarla ilişkilidir.

3. Gestasyonel Diabet

►Gebeliğin ikinci veya üçüncü trimesterinde teşhis edilen ve açıkça belirgin diyabet olmayan diyabet

►Gebelikte ilk kez ortaya çıkan veya teşhis edilen glikoz tolerans bozukluklarıdır.

4. Diğer nedenlere bağlı spesifik diyabet tipleri

►Ekzokrin pankreas hastalıkları (örneğin pankreatit, kistik fibroz, hemokromatozis)

► Endokrinopatiler (örneğin Cushing sendromu, akromegali, feokromositoma)

► İlaç kaynaklı (örneğin glukokortikoidler, nöroleptikler, alfa-interferonlar, pentamidin)

► β hücresi fonksiyonunun genetik defektleri (örneğin MODY formları)

► İnsülin etkisinin genetik defektleri

► Diyabet ile ilişkili olabilecek diğer genetik sendromlar

► Enfeksiyonlar

► Otoimmün aracılı diyabetin nadir formları

(American Diabetes Association, 2015; Kerner and Brückel, 2014)

Komplikasyonlar

Diyabet komplikasyonları akut ve kronik olarak sınıflandırılır ve kronik komplikasyonlar da mikrovasküler veya makrovasküler olarak sınıflandırılır (Brownlee, 2005). Diyabetin akut komplikasyonları arasında hiperglisemi ve hipoglisemi bulunurken, kronik komplikasyonlar arasında kardiyovasküler hastalıklar, böbrek yetmezliği, retinopati ve nöropati bulunur (Brownlee, 2005). Kanada sağlık sistemine en yüksek yaygınlığa ve en yüksek maliyete sahip diyabet komplikasyonları ağırlıklı olarak kroniktir ve inme, miyokard enfarktüsü, böbrek yetmezliği, alt ekstremité amputasyonları ve görme kaybını içerir (Canadian Diabetes Association, 2018; Public Health Agency of Canada., 2011). Akut ve kronik komplikasyonların biyolojik mekanizmaları uzun süredir tartışılrsa da, aralarındaki farklar ve akuttan kronike bir süreklilik olasılığı konusunda bir fikir birliği vardır (Brownlee, 2005; Chawla et al., 2016). Diyabetin akut komplikasyonları, özellikle hiperglisemi olmak üzere metabolik kontroldeki değişikliklerle karakterize edilmiştir (Brownlee, 2005; Cagliero, 2016). Buna karşılık, kronik hipergliseminin genellikle kronik diyabet komplikasyonlarının merkezi belirleyicisi olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, insülin direnci ve makrovasküler hasarın büyük bir rol oynadığı bulunmuştur (Brownlee, 2005; Cagliero, 2016).

Bunun yanında Tip 2 Diyabetes mellitusun komplikasyonları akut ve kronik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır:

Tip 2 Diyabet Mellitus'un Akut Komplikasyonları

- Diyabetik Ketoasidoz ve Diyabetik Koma
- Hipoglisemi
- Hiperglisemi

Tip 2 Diyabet Mellitus'un Kronik Komplikasyonları

-Makroanjiyopati

-Diyabetik retinopati

-Diyabetik nefropati

-Diyabetik nöropati

-Diyabetik ayak

-Enfeksiyonlara yatkınlık, miyopati, osteoporoz, artropatiler ve karaciğer hasarı, genellikle diyabetle ilişkili ek durumlardır (Farmaki et al., 2020).

Tedavi

İlaç ve bariatrik cerrahi dahil olmak üzere mevcut tüm tedavi seçeneklerinin yanında (Korner et al., 2005; Schauer et al., 2014) yaşam tarzı yaklaşımının parçası olarak egzersiz (Wing et al., 2013) de diyabet tedavisinde kullanılan yöntemlerin arasında yer almaktadır. Fiziksel olarak aktif bir yaşam tarzı sürdüren bireylerin; bozulmuş glikoz toleransı, insülin direnci ve tip 2 diyabet geliştirme riski azalmaktadır (Zanuso et al., 2010).

Herhangi bir fiziksel aktivite sırasında, aktif iskelet kaslarına glikoz alımı insülinin bağımsız yollarla artış göstermektedir. Kan şekeri seviyeleri, hepatik glikoz üretimi ve serbest yağ asitlerinin mobilizasyonundaki glukoregülatör hormon kaynaklı artışlarla korunmaktadır (Suh et al., 2007; Zierath et al., 1996), bu durum da insülin direnci veya diyabet (Zierath et al., 1996) tarafından bozulabilir. Herhangi bir fiziksel aktivite sonrasında sistemik ve muhtemelen hepatik insülin duyarlılığındaki iyileşmeler 2 ila 72 saat sürebilir ve kan şekerindeki düşüşler fiziksel aktivitenin süresi ve yoğunluğuyla bağlantılıdır (Bajpeyi et al., 2009; Houmard et al., 2004). İlâveten düzenli fiziksel aktivite, β hücresi fonksiyonunu (Heiskanen et al., 2018), insülin duyarlılığını (Kirwan et al., 2009), vasküler fonksiyonu (Magalhaes et al., 2019; Naylor et al., 2016) iyileştirir; bunların tümü daha iyi diyabet ve sağlık yönetiminin yanı sıra hastalık riskinin azalmasına da neden olabilir.

Bunun yanında, yüksek hemoglobin A1c (HbA1c) seviyeleri diyabetli hastalarda vasküler komplikasyonların öngörücüsüdür ve düzenli egzersizin hem tek başına hem de diyet müdahalesiyle birlikte HbA1c seviyelerini düşürdüğü gösterilmiştir. Maksimum aerobik kapasitelerinin (VO₂max) %50 ila %75'i oranında 20 hafta düzenli egzersiz yaptırılan Tip 2 diyabetli hastalarda, HbA1c ve kardiyovasküler kondisyonda belirgin iyileşmeler belirtilmiştir (Boulé et al., 2003). Daha yoğun egzersizle HbA1c'de daha büyük düşüşler gözlemlenmiş ve bu da artan egzersiz yoğunluğuyla kan şekeri kontrolünde daha büyük iyileşmeleri işaret etmektedir.

Diyabet ve Egzersiz

Hiperglisemiye yönetmeye yönelik ilk yaklaşım, genellikle tip 2 diyabetes mellitus (T2DM) yönetimi için hayati önem taşıyan diyet düzenlemeleri ve egzersiz yoluyla kilo kaybını teşvik etme gibi yaşam tarzı müdahalelerini içermektedir (Çinar et al., 2024; Manley , 2003). Kilo kaybının, T2DM'li bireylerde metabolik kontrol ve kardiyovasküler risk faktörleri üzerinde faydalı etkileri olduğu gösterilmiştir. Başarılı uzun vadeli kilo kontrol programları genellikle diyet, egzersiz ve yaşam tarzı değişikliğinin bir kombinasyonunu içermektedir (Nield et al., 2007). Literatürde kılavuzlar, diyabetli hastalarda glisemik ve lipid parametrelerini iyileştirmek için diyet ve ilaçlarla birlikte fiziksel aktiviteyi önermektedir (ADA, 2020; Aschner, 2007). Egzersiz ve fiziksel aktivite, diyabetin önlenmesi ve tedavisinde temel taşlar olarak kabul edilmektedir (Zou et al., 2016). Egzersiz, kilo kaybı olmasa bile glisemik kontrolü iyileştirir ve vücut yağ içeriğinin azalmasına ve insülin yanıtının artmasına neden olmaktadır (Thomas et al., 2006).

Fiziksel egzersiz olarak, aerobik, direnç ve yüksek yoğunluklu egzersiz gibi kanıtlanmış faydalı egzersiz türleri diyabet hastalarında uygulanmış ve sonuçları kanıtlanmıştır (Tonoli et al., 2012; Gordon et al., 2009).

Aerobik egzersiz

Kardiyovasküler ve pulmoner kondisyonu geliştiren herhangi bir çalışma olarak tanımlanan aerobik egzersizde, metabolik substrat olarak oksijen kullanılmaktadır (Bull et al., 2020) ve en çok incelenen egzersiz türü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu egzersiz türü, tempolu yürüyüşten koşuya veya yüzmeye kadar değişen yoğunluklardaki egzersizleri içermektedir (Norton et al., 2010; Omar et al., 2021). Bu tür egzersizler, insülin duyarlılığının artması, fibrinolitik artması, trigliseritlerin ve kan basıncının düşmesi gibi çeşitli faydalar sağlar ve bunların tümü diyabetli bir hastanın prognozunu iyileştirmede etkindir (Mann et al., 2014; Ross et al., 2015).

Kısa süreli aerobik egzersiz antrenmanı, tip 2 diyabetli yetişkinlerde insülin duyarlılığını iyileştirerek mitokondriyal fonksiyonda iyileşmeye paralellik gösterir (Phielix et al., 2010). 7 gün süren yoğun aerobik egzersiz antrenmanı, insülinle uyarılan glikoz atılımını artırarak ve hepatik glikoz üretimini baskılayarak vücut ağırlığını düşürmeden glisemiye iyileştirebilir (Kirwan et al., 2009). Obezite ve tip 2 diyabetli bireylerde kısa süreli aerobik egzersiz, periferik insülin duyarlılığındaki kazanımlar sayesinde hepatik insülin duyarlılığından daha fazla tüm vücut insülin etkisini iyileştirir (Winick et al., 2008). Meta analizler ve sistematik incelemeler, düzenli aerobik egzersiz antrenmanının tip 2 diyabetli yetişkinlerde glisemiye iyileştirdiğini, günlük hiperglisemik dalgalanmaların daha az olduğunu ve hemogloblin A1C'de (A1C) %0,5-0,7 azalma sağladığını doğrulamıştır (Boulé et al., 2001; Chudyk et al., 2011; Borrer et al., 2018). Düzenli antrenman ayrıca kilo kaybı

olmasa bile insülin duyarlılığını, lipitleri, kan basıncını, diğer metabolik parametreleri ve kondisyon seviyelerini iyileştirmektedir (Kadoglou et al., 2007; Boulé et al., 2003).

Direnç egzersizi

T2DM’li yetişkinlerde direnç egzersizi eğitimi genellikle güç, kemik mineral yoğunluğu, kan basıncı, lipit profilleri, iskelet kas kütlesi ve insülin duyarlılığında %10-15 oranında iyileşme sağlamaktadır (Gordon et al., 2009). Hafif kilo kaybıyla birlikte direnç eğitimi, T2DM’li yaşlı yetişkinlerde yağsız iskelet kas kütlesini artırabilir ve A1C’yi, iskelet kas kütlesini kaybeden kalori kısıtlamalı, egzersiz yapmayan bir gruba kıyasla üç kat daha fazla azaltabilir (Dunstan et al., 2002). Direnç egzersizine dair yakın tarihli bir meta-analiz, yüksek yoğunluklu antrenmanın, T2DM’li yetişkinlerde genel glikoz yönetimi ve insülin seviyelerinin azaltılması için düşük ila orta yoğunluklu antrenmandan daha faydalı olduğunu göstermektedir (Liu et al., 2019).

Direnç egzersizi, multisistemik ve spesifik kas-iskelet sistemi faydaları (Maestroni et al., 2020) nedeniyle T2DM hastaları için önem kazanmıştır (Acosta-Manzano et al., 2020). Farklı popülasyonlarda direnç egzersizine dair kanıtlar giderek artmaktadır ve son zamanlarda uluslararası kılavuzlar, T2DM hastalarında glisemik kontrolün yanı sıra güç, denge ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirmek için herhangi bir yoğunlukta direnç egzersizini önermektedir (ADA, 2021).

Kombine egzersiz

Kombine aerobik ve direnç egzersizi eğitimiyle yapılan müdahaleler, her iki yöntemin tek başına uygulanmasından daha üstün olabilmektedir. Kombine bir eğitim programı uygulayan T2DM’libireylerde, her iki yöntem tek başına kıyasla A1C’de daha büyük bir azalma kaydedilmiştir (Sigal et al., 2007). Church ve arkadaşlarının çalışmasında, kombine eğitim, egzersiz yapmayan kontrollere kıyasla A1C seviyelerini önemli ölçüde iyileştirmiştir, ancak ne direnç ne de aerobik eğitim tek başına önemli değişikliklere yol açmamıştır (Church et al., 2010). Dahası, kombine grup daha fazla kilo vermiş ve aerobik kondisyonunu kontrollerden daha fazla geliştirmiştir. Bir meta-analiz (Snowling et al., 2006), her üç egzersiz yönteminin de glisemi ve insülin duyarlılığını olumlu yönde etkilediğini ve kombine eğitimin, her iki eğitim yönteminin tek başına uygulanmasından daha fazla A1C azalmasına neden olabileceğini göstermiştir (Schwingshackl et al., 2014).

Yüksek Yoğunluklu Aralıklı Egzersiz

Daha yüksek yoğunluklu aerobik antrenmanlar genellikle düşük yoğunluklu antrenmanlardan daha üstün kabul edilmektedir (Grace et al., 2017). Yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz antrenmanı, 10 saniye ila 4 dakika boyunca %65-90 VO₂peak veya %75-95 kalp atış hızı peak (HRpeak) arasında

yapılan aerobik antrenmanı ve 12 saniye ila 5 dakika aktif veya pasif toparlanma içeren bir antremandır. Yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz, önemli fizyolojik ve metabolik adaptasyonlar sağlayabilen, potansiyel olarak zaman açısından verimli bir yöntem olarak dikkat çekmektedir. Bir yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz seansı (~%90 HRmax'ta 10 × 60 saniye bisiklet sürme), Tip 2 Diyabetli yetişkinlerde yemek sonrası hiperglisemiyi azaltmıştır (Gillen et al., 2012). İki hafta öğleden sonra yapılan yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz antrenmanının, sürekli glikoz monitörü (CGM) ile izlenen glisemiyi iyileştirdiği, sabah antrenmanının ise özellikle aç karnına yapıldığında egzersiz günlerinde glikoz seviyelerini artırabileceği gösterilmiştir (Savikj et al., 2019). Yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz antrenmanı, T2DM'li bireylerde kondisyon seviyelerini önemli ölçüde iyileştirir ve A1C ile vücut kitle indeksini (VKİ) azaltır. Enerji harcamasına göre eşleştirilmiş sürekli yürüyüşle karşılaştırıldığında, yüksek yoğunluklu aralıklı egzersiz antrenmanı daha fazla kondisyon, daha iyi vücut kompozisyonu ve glikoz monitörü ile izlenen glisemide iyileşme (Karstoft et al., 2013) ile T2DM'li bireylerde insülin duyarlılığında ve pankreas β hücresi fonksiyonunda artış (Nieuwoudt et al., 2017) sağlamıştır.

Sonuç

Diyabetes mellitus kardiovasküler, sinir ve kas sistemleri gibi birçok sistemi etkileyen bir hastalıktır. Ve dünya genelinde yaygınlığı oldukça fazladır. Hem diyabet hem de diyabete bağlı komplikasyonların önlenmesinde fizyoterapi yaklaşımlarının önemi göz ardı edilemez. Ki bu yaklaşımlarda en önemlilerinden birisini ise fiziksel aktivite/ egzersiz oluşturmaktadır. Bu bağlamda koruyucu tedavi hizmetleri kapsamında da egzersizin diyabet tedavisinde yer alması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Acosta-Manzano, P., Rodriguez-Ayllon, M., Acosta, F. M., Niederseer, D., & Niebauer, J. (2020). Beyond general resistance training: Hypertrophy versus muscular endurance training as therapeutic interventions in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis. *Obesity Reviews*, 21, e13007.
- Alam, U., Asghar, O., Azmi, S., & Malik, R. A. (2014). General aspects of diabetes mellitus. *Handbook of Clinical Neurology*, 126, 211–222.
- American Diabetes Association. (2015). (2) Classification and diagnosis of diabetes. *Diabetes Care*, 38(Suppl), S8–S16. doi:10.2337/dc15-S005
- American Diabetes Association. (2021). 5. *Facilitating behavior change and well-being to improve health outcomes: Standards of medical care in diabetes—2021*. *Diabetes Care*, 44(Suppl 1), S53–S72.
- American Diabetes Association. (2014). Diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 37(Suppl 1), S81–S90.
- American Diabetes Association. (2020). Older adults: Standards of medical care in diabetes. *Diabetes Care*, 43(1), 152–162. doi:10.2337/dc20-S012
- Aschner, P. (2017). IDF Clinical Practice Recommendations for managing type 2 diabetes in primary care. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 132, 169–170. doi:10.1016/j.diabres.2017.09.002
- Bajpeyi, S., Tanner, C. J., Slentz, C. A., Duscha, B. D., McCartney, J. S., Hickner, R. C., et al. (2009). Effect of exercise intensity and volume on persistence of insulin sensitivity during training cessation. *Journal of Applied Physiology*, 106(4), 1079–1085. doi:10.1152/jappphysiol.91262.2008
- Borror, A., Zieff, G., Battaglini, C., & Stoner, L. (2018). The effects of postprandial exercise on glucose control in individuals with type 2 diabetes: A systematic review. *Sports Medicine*, 2(10), 018–0864.
- Boulé, N. G., Haddad, E., Kenny, G. P., Wells, G. A., & Sigal, R. J. (2001). Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: A meta-analysis of controlled clinical trials. *JAMA*, 286(10), 1218–1227.
- Boulé, N. G., Kenny, G. P., Haddad, E., Wells, G. A., & Sigal, R. J. (2003). Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. *Diabetologia*, 46, 1071–1081.
- Brownlee, M. (2005). The pathobiology of diabetic complications: A unifying mechanism. *Diabetes*, 54, 1615–1625.
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., et al. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1459. doi:10.1136/bjsports-2020-102955
- Cagliero, E. (2016). Diabetes and long-term complications. In *Endocrinology: Adult and Pediatric*(pp. 898–906.e3). Elsevier.

- Canadian Diabetes Association. (2018). Charter backgrounder: Diabetes in Canada. Retrieved from <https://www.canada.ca/>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2020). National Diabetes Statistics Report, 2020. Retrieved from <https://www.cdc.gov/diabetes/library/features/diabetes-stat-report.html>
- Chawla, A., Chawla, R., & Jaggi, S. (2016). Microvascular and macrovascular complications in diabetes mellitus: Distinct or continuum? *Indian Journal of Endocrinology and Metabolism*, 20(4), 546–553.
- Chudyk, A., & Petrella, R. J. (2011). Effects of exercise on cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 34(5), 1228–1237. doi:10.2337/dc10-1881
- Church, T. S., Blair, S. N., Cocroham, S., Johannsen, N., Johnson, W., Kramer, K., et al. (2010). Effects of aerobic and resistance training on hemoglobin A1c levels in patients with type 2 diabetes: A randomized controlled trial. *JAMA*, 304(20), 2253–2262. doi:10.1001/jama.2010.1710
- Çınar, H. and Bitek, D. E. (2023). Diyabetik Ayak Yarası Gelişen Hastalarda Hemşirelik Bakımı. S. Güngör and D. Atik (Eds.), *Hemşirelik ve Ebelik Alanında Gelişmeler in* (1st ed., pp. 140–141). Ankara: Platanus Publishing.
- Çınar, H., Ülkü, H. H. and Şahin, B. (2024). Ortopedik Cerrahi Girişim Geçiren Hastaların Taburculuk Eğitimi. S. Güngör and B. Işık (Eds.), *Cerrahi Hastalıklar Hemşireliği Alanında Gelişmeler in* (1st ed., pp. 21–30). Ankara: Platanus Publishing.
- Dunstan, D. W., Daly, R. M., Owen, N., Jolley, D., De Courten, M., Shaw, J., et al. (2002). High-intensity resistance training improves glycemic control in older patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 25(10), 1729–1736.
- Farmaki, P., Damaskos, C., Garmpis, N., Garmpi, A., Savvanis, S., & Diamantis, E. (2020). Complications of type 2 diabetes mellitus. *Current Cardiology Reviews*, 16(4), 249–251. doi:10.2174/1573403X1604201229115531
- Gillen, J. B., Little, J. P., Punthakee, Z., Tarnopolsky, M. A., Riddell, M. C., & Gibala, M. J. (2012). Acute high-intensity interval exercise reduces the postprandial glucose response and prevalence of hyperglycaemia in patients with type 2 diabetes. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 14(6), 575–577. doi:10.1111/j.1463-1326.2012.01564.x
- Gordon, B. A., Benson, A. C., Bird, S. R., & Fraser, S. F. (2009). Resistance training improves metabolic health in type 2 diabetes: A systematic review. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 83(2), 157–175. doi:10.1016/j.diabres.2008.11.024
- Grace, A., Chan, E., Giallauria, F., Graham, P. L., & Smart, N. A. (2017). Clinical outcomes and glycaemic responses to different aerobic exercise training intensities in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *Cardiovascular Diabetology*, 16(1), 37. doi:10.1186/s12933-017-0518-6
- Heiskanen, M. A., Motiani, K. K., Mari, A., Saunavaara, V., Eskelinen, J. J., Virtanen, K.

- A., et al. (2018). Exercise training decreases pancreatic fat content and improves beta cell function regardless of baseline glucose tolerance: A randomised controlled trial. *Diabetologia*, 61(8), 1817–1828. doi:10.1007/s00125-018-4627-x
- Houmard, J. A., Tanner, C. J., Slentz, C. A., Duscha, B. D., McCartney, J. S., & Kraus, W. E. (2004). Effect of the volume and intensity of exercise training on insulin sensitivity. *Journal of Applied Physiology*, 96(1), 101–106. doi:10.1152/jappphysiol.00707.2003
- Huang, E. S., Basu, A., O'Grady, M., & Capretta, J. C. (2009). Projecting the future diabetes population size and related costs for the U.S. *Diabetes Care*, 32(12), 2225–2229.
- Iwasaki, H., Yagyu, H., & Shimano, H. (2025). A comprehensive analysis of diabetic complications and advances in management strategies. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*, 32(5), 550–559. doi:10.5551/jat.65551
- Kadoglou, N. P., Iliadis, F., Angelopoulou, N., Perrea, D., Ampatzidis, G., Liapis, C. D., et al. (2007). The anti-inflammatory effects of exercise training in patients with type 2 diabetes mellitus. *European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation*, 14(6), 837–843.
- Karstoft, K., Winding, K., Knudsen, S. H., Nielsen, J. S., Thomsen, C., Pedersen, B. K., et al. (2013). The effects of free-living interval-walking training on glycemic control, body composition, and physical fitness in type 2 diabetic patients: A randomized, controlled trial. *Diabetes Care*, 36(2), 228–236. doi:10.2337/dc12-0658
- Kaul, K., Tarr, J. M., Ahmad, S. I., Kohner, E. M., & Chibber, R. (2012). Introduction to diabetes mellitus. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 771, 1–11.
- Kerner, W., & Brückel, J. (2014). Definition, classification and diagnosis of diabetes mellitus. *Experimental and Clinical Endocrinology & Diabetes*, 122(7), 384–386.
- Kirwan, J. P., Solomon, T. P., Wojta, D. M., Staten, M. A., & Holloszy, J. O. (2009). Effects of 7 days of exercise training on insulin sensitivity and responsiveness in type 2 diabetes mellitus. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 297(1), E151–E156. doi:10.1152/ajpendo.00210.2009
- Korner, J., Bessler, M., Cirilo, L. J., et al. (2005). Effects of Roux-en-Y gastric bypass surgery on fasting and postprandial concentrations of plasma ghrelin, peptide YY, and insulin. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 90, 359–365.
- Liu, Y., Ye, W., Chen, Q., Zhang, Y., Kuo, C. H., & Korivi, M. (2019). Resistance exercise intensity is correlated with attenuation of HbA1c and insulin in patients with type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(1), 0140.
- Maestroni, L., Read, P., Bishop, C., Papadopoulos, K., Suchomel, T. J., Comfort, P., et al. (2020). The benefits of strength training on musculoskeletal system health: Practical applications for interdisciplinary care. *Sports Medicine*, 50, 1431–1450.
- Magalhaes, J. P., Melo, X., Correia, I. R., Ribeiro, R. T., Raposo, J., Dores, H., et al.

- (2019). Effects of combined training with different intensities on vascular health in patients with type 2 diabetes: A 1-year randomized controlled trial. *Cardiovascular Diabetology*, 18(1), 34. doi:10.1186/s12933-019-0840-2
- Manley, S. (2003). Haemoglobin A1c—a marker for complications of type 2 diabetes: The experience from the UK Prospective Diabetes Study (UKPDS). *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 41(9), 1182–1190.
- Mann, S., Beedie, C., & Jimenez, A. (2014). Differential effects of aerobic exercise, resistance training and combined exercise modalities on cholesterol and the lipid profile: Review, synthesis and recommendations. *Sports Medicine*, 44, 211–221. doi:10.1007/s40279-013-0110-5
- Naylor, L. H., Davis, E. A., Kalic, R. J., Paramalingam, N., Abraham, M. B., Jones, T. W., et al. (2016). Exercise training improves vascular function in adolescents with type 2 diabetes. *Physiological Reports*, 4(4), e12713. doi:10.14814/phy2.12713
- Nield, L., Moore, H., Hooper, L., Cruickshank, K., Vyas, A., Whittaker, V., et al. (2007). Dietary advice for treatment of type 2 diabetes mellitus in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD004097. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004097.pub4>
- Nieuwoudt, S., Fealy, C. E., Foucher, J. A., Scelsi, A. R., Malin, S. K., Pagadala, M., et al. (2017). Functional high-intensity training improves pancreatic β -cell function in adults with type 2 diabetes. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 313(3), E314–E320. doi:10.1152/ajpendo.00407.2016
- Norton, K., Norton, L., & Sadgrove, D. (2010). Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 13(5), 496–502. doi:10.1016/j.jsams.2009.09.008
- Omar, J. S., Jaradat, N., Qadoumi, M., & Qadoumi, A. N. (2021). Regular swimming exercise improves metabolic syndrome risk factors: A quasi-experimental study. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13(1), 1–7. doi:10.1186/s13102-021-00254-8
- Phielix, E., Meex, R., Moonen-Kornips, E., Hesselink, M. K., & Schrauwen, P. (2010). Exercise training increases mitochondrial content and ex vivo mitochondrial function similarly in patients with type 2 diabetes and in control individuals. *Diabetologia*, 53(8), 1714–1721.
- Pippitt, K., Li, M., & Gurgle, H. E. (2016). Diabetes mellitus: Screening and diagnosis. *American Family Physician*, 93(2), 103–109.
- Public Health Agency of Canada. (2011). Diabetes in Canada: Facts and figures from a public health perspective. Retrieved from <http://www.phac-aspc.gc.ca/cd-mc/diabetes-diabete/index-eng.php>
- Ross, R., Hudson, R., Stotz, P. J., & Lam, M. (2015). Effects of exercise amount and intensity on abdominal obesity and glucose tolerance in obese adults. *Annals of Internal Medicine*, 162(5), 325–334. doi:10.7326/M14-1189
- Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., et al. (2023). Guidelines and recommendations

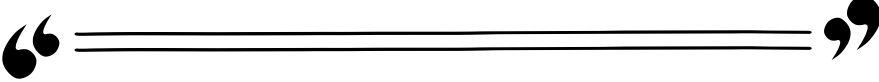
for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. *Diabetes Care*, 46, e151–e199.

- Saeedi, P., Petersohn, I., Salpea, P., Malanda, B., Karuranga, S., Unwin, N., et al. (2019). Global and regional diabetes prevalence estimates for 2019 and projections for 2030 and 2045: Results from the International Diabetes Federation Diabetes Atlas, 9th edition. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 157, 107843. doi:10.1016/j.diabres.2019.107843
- Sun, H., Saeedi, P., Karuranga, S., Pinkepank, M., Ogurtsova, K., Duncan, B. B., et al. (2022). IDF Diabetes Atlas: Global, regional, and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 183, 109119.
- Savikj, M., Gabriel, B. M., Alm, P. S., Smith, J., Caidahl, K., Bjornholm, M., et al. (2019). Afternoon exercise is more efficacious than morning exercise at improving blood glucose levels in individuals with type 2 diabetes: A randomised crossover trial. *Diabetologia*, 62(2), 233–237.
- Schauer, P. R., Bhatt, D. L., Kirwan, J. P., et al. (2014). Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes—3-year outcomes. *New England Journal of Medicine*, 370, 2002–2013.
- Schwingshackl, L., Missbach, B., Dias, S., König, J., & Hoffmann, G. (2014). Impact of different training modalities on glycaemic control and blood lipids in patients with type 2 diabetes: A systematic review and network meta-analysis. *Diabetologia*, 57(9), 1789–1797.
- Sigal, R. J., Kenny, G. P., Boule, N. G., Wells, G. A., Prud'homme, D., Fortier, M., et al. (2007). Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in type 2 diabetes: A randomized trial. *Annals of Internal Medicine*, 147(6), 357–369.
- Snowling, N. J., & Hopkins, W. G. (2006). Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients: A meta-analysis. *Diabetes Care*, 29(11), 2518–2527.
- Stephani, V., Opoku, D., & Quentin, W. (2016). A systematic review of randomized controlled trials of mHealth interventions against non-communicable diseases in developing countries. *BMC Public Health*, 16(1), 572.
- Suh, S. H., Paik, I. Y., & Jacobs, K. (2007). Regulation of blood glucose homeostasis during prolonged exercise. *Molecules and Cells*, 23(3), 272–279.
- Thomas, D., Elliott, E. J., & Naughton, G. A. (2006). Exercise for type 2 diabetes mellitus. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, (3), CD002968. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD002968.pub2>
- Tonoli, C., Heyman, E., Roelands, B., Buyse, L., Cheung, S. S., Berthoin, S., et al. (2012). Effects of different types of acute and chronic (training) exercise on glycaemic control in type 1 diabetes mellitus: A meta-analysis. *Sports Medicine*, 42(12), 1059–1080.

- Unwin, N., & Alberti, K. (2006). Chronic non-communicable diseases. *Annals of Tropical Medicine and Parasitology*, 100(5–6), 455–464.
- Wing, R. R., Bolin, P., Brancati, F. L., et al. (2013). Cardiovascular effects of intensive lifestyle intervention in type 2 diabetes. *New England Journal of Medicine*, 369, 145–154.
- Winnick, J. J., Sherman, W. M., Habash, D. L., Stout, M. B., Failla, M. L., Belury, M. A., et al. (2008). Short-term aerobic exercise training in obese humans with type 2 diabetes mellitus improves whole-body insulin sensitivity through gains in peripheral, not hepatic insulin sensitivity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 93(3), 771–778.
- Zanuso, S., Jimenez, A., Pugliese, G., Corigliano, G., & Balducci, S. (2010). Exercise for the management of type 2 diabetes: A review of the evidence. *Acta Diabetologica*, 47, 15–22.
- Zierath, J. R., He, L., Guma, A., Odegaard Wahlstrom, E., Klip, A., & Wallberg-Henriksson, H. (1996). Insulin action on glucose transport and plasma membrane GLUT4 content in skeletal muscle from patients with NIDDM. *Diabetologia*, 39(10), 1180–1189.
- Zou, Z., Cai, W., Cai, M., Xiao, M., & Wang, Z. (2016). Influence of the intervention of exercise on obese type II diabetes mellitus: A meta-analysis. *Primary Care Diabetes*, 10(3), 186–201. <https://doi.org/10.1016/j.pcd.2015.10.003> PMID: 26553963.



YAŞLI BİREYLERDE DÜŞME RİSKİNİN AZALTILMASINA YÖNELİK REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI



Tuğçe AYKUT¹
Tuba ZOROĞLU²
Ceylan KESİN³

1 YL. Öğrencisi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, e-mail:2428312524@ogrenci.karabuk.edu.tr, ORCID: 0009-0008-2000-9535

2 Dr.Öğr.Üyesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, e-mail: tubazoroglu@karabuk.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1267-8882

3 YL. Öğrencisi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, e-mail: ceylankaygisiz95@gmail.com ORCID: 0009-0001-3927-5429

1. GİRİŞ

Yaşlanma, yaşamın doğası gereği vücutta çok sayıda içsel ve dışsal değişikliğin meydana geldiği, yapısal ve fonksiyonel işlevleri etkileyen ve geri döndürülemez bir süreçtir (1). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), sağlıklı yaşlanmayı “refahı sağlayan işlevsel yeteneği geliştirme ve sürdürme süreci” olarak tanımlamaktadır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2020 yılında %9,7 olan yaşlı nüfus oranının 2025-2030 yılları arasında %11-12 seviyelerine ulaşacağı öngörülmektedir (2).

Yaşlılık dönemi genellikle üç grupta ele alınmaktadır: 65-74 yaş arası “genç yaşlılık”, 75-84 yaş arası “yaşlılık” ve 85 yaş ve üzeri “ileri yaşlılık” olarak tanımlanmaktadır. Bu dönemde en sık karşılaşılan ve ciddi sonuçlara yol açabilen durumlardan biri düşmelerdir. Yaşlı bireylerde meydana gelen çeşitli fiziksel kayıplar, düşme riskini artırmaktadır (3). Dünya Sağlık Örgütü, yaşlılık döneminde düşmeyi en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak tanımlamakta ve düşmeyi “bir kişinin istemeden yere, zemine ya da daha düşük bir seviyeye düşmesiyle sonuçlanan bir olay” şeklinde ifade etmektedir (2).

Düşmeler, yaşlı bireylerde önemli morbidite ve mortalite nedenlerinden biridir (3). Her yıl dünya genelinde yaklaşık 684.000 kişinin düşmeye bağlı nedenlerle yaşamını yitirdiği tahmin edilmektedir. Ölümcül düşme olasılığı en yüksek grup, 60 yaş ve üzerindeki yetişkinlerdir (1). Her üç yaşlı bireyden biri yılda en az bir kez düşme tehlikesi ya da vakası yaşamaktadır. Bu vakaların yaklaşık %5-15’i ciddi yaralanmalarla sonuçlanmaktadır (4). Düşme olayları fiziksel yaralanmaya yol açmasa bile kaygı, depresyon ve hareket yeteneğinde azalma gibi psikososyal etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Bu etkiler, bireyin yaşam kalitesini ve yaşlanma sürecini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (5).

Yaşlanmayla birlikte kas-iskelet sistemi, denge mekanizmaları ve proprioseptif duylarda meydana gelen bozulmalar düşme eğilimini artırmaktadır. Buna ek olarak osteoartrit, diyabet, inme sekeli gibi kronik hastalıklar ile çevresel risk faktörleri, düşme riskini artıran önemli etkenler arasında yer almaktadır (4).

Bu kitap bölümü, fizyoterapist bakış açısıyla yaşlı bireylerde düşme riskini azaltmaya yönelik güncel ve kanıta dayalı rehabilitasyon yaklaşımlarını ele almayı amaçlamaktadır. Ayrıca bu yaklaşımların uygulanabilirliği, değerlendirme testleriyle birlikte sunulacaktır. Bölüm kapsamında rehabilitasyon ve egzersiz programlarının etkileri, çevresel düzenlemeler ve multidisipliner yaklaşımlar ayrıntılı olarak incelenecek; değerlendirme süreci ise güvenilirliği kanıtlanmış ölçüm araçlarıyla desteklenecektir.

2. YAŞLANMA VE DÜŞME İLİŞKİSİ

Yaşlılık süreci, bireyin fiziksel, bilişsel ve psikososyal işlevlerini etkileyerek yaşam kalitesini ve bağımsızlığını tehdit eden bir dönemdir. Yaşlanmaya bağlı fizyolojik değişiklikler sonucu düşme riski önemli ölçüde artmaktadır. Bu bölümde, yaşlı bireylerde düşme riskini etkileyen intrinsik (içsel) ve ekstrinsik (dışsal) faktörler özetlenmiştir.

İntrinsik (İçsel) Nedenler

Yaşlanma, organizmada meydana gelen ilerleyici yapısal ve işlevsel değişikliklerle karakterize kompleks bir süreçtir (7). Bu süreçte ortaya çıkan fizyolojik değişiklikler düşme riskini artırmaktadır. Başlıca değişiklikler; merkezi sinir sisteminde iletim hızında azalma, motor sinir liflerinde gecikme, postüral kontrol zayıflığı, vestibüler reseptörlerde azalma, derinlik algısında bozulma, propriyoseptif duyuda azalma, eklem hareket açıklığında (ROM) kısıtlanma ve kemik mineral yoğunluğunda azalmadır (8).

Bunlara ek olarak; geçmiş düşme öyküsü, ileri yaş, kadın cinsiyeti, polifarmasi, yürüyüş ve denge bozuklukları, fiziksel inaktivite, depresyon, bilişsel yetersizlik, görme kusurları, beslenme bozuklukları ve ortopedik hastalıklar da önemli içsel risk faktörleri arasında yer almaktadır (7).

Ekstrinsik (Dışsal) Nedenler

Ekstrinsik nedenler; çevresel, davranışsal ve sosyoekonomik faktörleri kapsamaktadır. Aşırı alkol tüketimi, fiziksel hareketsizlik, uygunsuz ayakkabı seçimi ve çoklu ilaç kullanımı davranışsal faktörler arasında sayılmaktadır (7). Düşmelerin yaklaşık %30-%50'sinin çevresel nedenlere bağlı olduğu bildirilmektedir (9).

Engelibeli veya kaygan zeminler, yetersiz aydınlatma, merdiven korkuluklarının eksikliği, banyolarda tırabzan bulunmaması, alçak oturaklar, sabitlenmemiş halılar, dengesiz mobilyalar, uygunsuz kıyafet ve ayakkabılar, bozuk yollar ve yanlış ortez kullanımı sık karşılaşılan çevresel risklerdir (7).

Sosyoekonomik açıdan ise düşük gelir düzeyi, sağlık ve sosyal hizmetlere erişim güçlüğü ile sosyal destek eksiklikleri önemli dışsal etmenlerdir (10). Düşmelerin büyük bölümü yürüme, pozisyon değişiklikleri, sandalye veya merdiven kullanımı ve egzersiz gibi aktiviteler sırasında meydana gelmektedir (11). Türkiye'de yaşlı bireylerin %60'ının evde, %30'unun toplumsal alanlarda ve %10'unun sağlık kurumlarında düştüğü bildirilmiştir. Ayrıca merdiven kazalarının düşmelerin %10'unu oluşturduğu ve inme eyleminin çıkmaya göre daha zorlayıcı olduğu belirtilmektedir (12).

3. DÜŞME RİSKİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Etkin bir düşme önleme programının temeli, doğru ve sistematik bir değerlendirme sürecine dayanmaktadır. Bu süreçte fizyoterapistler tarafından uygulanan değerlendirme araçları, bireyin fiziksel kapasitesini ve düşmeye yol açabilecek potansiyel risk faktörlerini belirlemede büyük önem taşımaktadır.

Yaşlı bireylerde düşmeler yalnızca fiziksel yaralanmalara neden olmakla kalmayıp, aynı zamanda düşme sonrası kaygı sendromu ve düşme korkusu gibi psikolojik sorunlara da yol açmaktadır (6). Amerikan Geriatri Derneği, 65 yaş ve üzeri bireylerde yıllık düşme sıklığının, risk düzeyinin ve denge bozukluklarının düzenli olarak değerlendirilmesini önermektedir (13).

Literatürde, yaşlı bireylerde düşme riskini değerlendirmek amacıyla çeşitli ölçekler geliştirilmiştir. Türkiye'de klinik uygulamalarda en sık kullanı-

lan araçlardan biri Hendrich II Düşme Riski Belirleme Ölçeği (HFRM-II)'dir. Bunun yanı sıra İtaki Düşme Riski Belirleme Ölçeği, Morse Düşme Riski Ölçeği, Berg Denge Ölçeği, Düşme Etkisi Ölçeği – Uluslararası (FES-I) ve Johns Hopkins Düşme Riski Değerlendirme Aracı da sık kullanılan ölçüm araçları arasında yer almaktadır (14).

Bireyin önceki düşme öyküsü, ilaç kullanımı, yardımcı cihaz gereksinimi, mevcut hastalıkları ve denge-yürüyüş bozukluklarının değerlendirilmesi; gelecekteki olası düşmelerin önlenmesi açısından kritik önem taşımaktadır (6).

Hendrich II Düşme Riski Belirleme Ölçeği (HFRM-II), Hendrich tarafından 1995 yılında geliştirilmiş ve 2005'te revize edilmiştir. Ölçek; düşme öyküsü, mental durum, görme bozukluğu, sık tuvalet ihtiyacı, transfer ve yürüme becerileri gibi unsurları değerlendirir. Toplam puan 0–16 arasında değişmekte olup, ≥ 5 puan yüksek düşme riskini göstermektedir (16).

İtaki Düşme Riski Belirleme Ölçeği, Sağlık Bakanlığı tarafından 2011 yılında geliştirilmiş olup 8'i majör, 11'i minör olmak üzere 19 risk faktörünü içerir. Majör faktörlere 5, minör faktörlere 1 puan verilmekte; toplam puan bireyin risk düzeyini belirlemektedir. Ancak ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması henüz tamamlanmamıştır (17).

Morse Düşme Riski Ölçeği, 1987'de geliştirilmiş olup altı değerlendirme kriterinden oluşur: düşme öyküsü, ek tanılar, mobilizasyon desteği, yürüyüş/transfer becerisi, intravenöz tedavi varlığı ve mental durum. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması 2012'de Demir ve ark. tarafından yapılmış, duyarlılığı %57,5, özgüllüğü %79,7 olarak saptanmıştır (18).

Düşme Etkisi Ölçeği – Uluslararası (FES-I), yaşlı bireylerde düşme korkusunu ölçmek için geliştirilmiştir. On maddesi fiziksel, altı maddesi sosyal aktiviteleri değerlendirir. Her madde 1–4 arası puanlanır; toplam puan 16–64 arasında değişir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ulus ve ark. (2012) tarafından yapılmış olup iç tutarlılık katsayısı 0,97 olarak bulunmuştur (19).

Johns Hopkins Düşme Riski Değerlendirme Aracı, yaş, düşme öyküsü, hareketlilik, eliminasyon, mental durum, ilaç kullanımı ve bakımda kullanılan ekipman olmak üzere yedi temel faktöre dayanmaktadır. Toplam puana göre risk düzeyi düşük (<5), orta (6–13) veya yüksek (≥ 14) olarak sınıflandırılmaktadır (20).

4. TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

Yaşlı bireylerde düşmeleri önlemeye yönelik tedavi programları, özellikle kas zayıflığı, denge kaybı ve yürüme bozuklukları gibi içsel risk faktörlerini azaltmayı hedefleyen egzersizleri içermelidir (21). Bu programlarda denge eğitimi, kuvvetlendirme, endurans, esneklik ve duyu-motor egzersizleri genellikle bireysel veya grup temelli olarak uygulanmaktadır (22).

Düzenli fiziksel aktivite, yaşlanmaya bağlı kas kaybı, denge bozukluğu, osteoporoz ve metabolik hastalıkların önlenmesinde etkili olup, "egzersiz

ilaçtır” kavramı bu terapötik etkinliği vurgulamaktadır (23). Özellikle alt ekstremitelerde kaslarını hedefleyen egzersizler, postüral kontrolün gelişmesine, düşme korkusunun azalmasına ve yaşam kalitesinin artmasına katkı sağlar (23).

4.1. Denge Eğitimi

Denge eğitimi, bireysel farklılıklar dikkate alınarak planlanmalı ve farklı denge mekanizmalarını aktive eden egzersizleri içermelidir. Egzersizlerde progresyon; tekrar sayısının artırılması, görsel girdilerin kaldırılması, destek yüzeyinin daraltılması veya değiştirilmesi, egzersiz hızının artırılması ve çift görevli aktiviteler eklenmesi gibi stratejilerle sağlanır (24).

Fonksiyonel kazanımların artırılması için kapalı kinetik zincir egzersizleri tercih edilir; bu egzersizler proprioseptif duyu artırarak postural stabiliteyi geliştirir (24). Programlarda sık kullanılan egzersizler arasında; yumuşak zeminde yürüme, tek ayak üzerinde durma, tandem duruş, koniler arasında yön değiştirme, sandalyeden kalkma, merdiven inme-çıkma ve denge yastığı veya top üzerinde stabilizasyon çalışmaları yer almaktadır (25).

Denge eğitimi protokolleri, sabit veya dengesiz yüzeylerde (örneğin BOSU, denge tahtası, köpük mat) uygulanabilir. Bu egzersizler, statik ve dinamik dengeyi geliştirerek nöromüsküler kontrolü artırır. Ayrıca, Biodex Denge Sistemi gibi ileri teknoloji cihazlar geri bildirimli eğitim imkânı sunmaktadır. Çalışmalar, denge gelişimi için 11-12 haftalık, haftada üç seanslık (toplam 36-40 seans) programların en etkili sonuçları verdiğini göstermektedir. Her seansın 31-45 dakika sürmesi, optimal gelişim için önerilmektedir (26).

Denge eğitimi, postüral kontrolü ve fonksiyonel hareket kabiliyetini geliştirerek düşme sıklığını azaltır. Özellikle kadınlarda osteoporozun önlenmesine ve düşmeye bağlı kırık riskinin azalmasına da katkı sağlamaktadır (23).

4.2. Kas Kuvvetlendirme Egzersizleri

Kas güçlendirme egzersizleri, yaşlı bireylerde düşme riskini azaltmada temel bir yaklaşımdır. Sarkopeni ve alt ekstremitelerde osteoartriti olan bireylerde kas gücünü artırmaya yönelik egzersizlerin uygulanması önerilmektedir (27). Kalça abdüktörleri, diz ekstansörleri ve ayak bileği plantar fleksörlerini hedefleyen düşük-orta şiddette dirençli egzersizler (örneğin theraband, dambıl) postural stabiliteyi artırır (28).

Kuvvetlendirme egzersizleri yalnızca kas gücünü değil, aynı zamanda denge, esneklik ve fonksiyonel kapasiteyi de geliştirir. En sık kullanılan uygulamalardan biri otur-kalk egzersizidir; fonksiyonel olması nedeniyle düşme insidansını azaltır. Basamak çıkma ve ayak bileği kuvvetlendirme çalışmaları da sıklıkla tercih edilmektedir. Direnç düzeyi bireyin kapasitesine göre kademeli artırılmalı ve gerektiğinde vücut ağırlığı kullanılmalıdır (27).

Becker ve arkadaşlarının çalışması, egzersiz süresi, set-tekrar sayısı ve direnç düzeyinin bireysel kas yanıtları üzerinde belirleyici olduğunu ortaya

koymuştur (29). Sherrington ve ark. tarafından yapılan meta-analiz ise, düşme riskinde anlamlı azalma sağlanabilmesi için kuvvetlendirme programlarının en az 25 hafta sürmesi gerektiğini göstermiştir (30). Bu bulgu, uzun süreli ve düzenli egzersizin düşme önleme üzerindeki etkinliğini desteklemektedir.

4.3.Esneme Egzersizleri

Yaşlı bireylerde uygulanan esneklik egzersizleri, kas ve bağ dokularının elastikiyetini koruyarak eklem hareket açıklığını artırmaya yardımcı olur. Bu durum, günlük yaşam aktivitelerinde hareket kolaylığı sağlamakta, postüral stabiliteyi desteklemekte ve düşme riskinin azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Ayrıca, kas sertliği ve buna bağlı olarak gelişebilecek ağrıların önlenmesinde de esneklik çalışmaları etkili olmaktadır(31).

Alt ekstremita kaslarına yönelik germe egzersizlerinin özellikle denge üzerinde olumlu etkiler sağladığı bildirilmektedir. Literatürde, kalça fleksörleri, hamstring grubu ve gastrosoleus kaslarına yönelik yapılan germe çalışmalarının, gözler açık veya kapalı olarak tek ayak üzerinde durma süresini uzattığı ve Berg Denge Skalası skorlarında anlamlı artışlara yol açtığı gösterilmiştir (2016). Bu bulgular, esneklik egzersizlerinin sadece kas-iskelet sistemi sağlığı açısından değil, denge kontrolü ve düşme riskinin azaltılması bakımından da klinik olarak önemli bir bileşen olduğunu göstermektedir(31).

4.4.Proprioseptif ve Sensörimotor Eğitim

Sensörimotor eğitim, somatosensoriyel ve propriyoseptif uyarıların hızlandırılmış şekilde merkezi sinir sistemine iletilmesini amaçlayan, kas dengesizliklerini düzeltmeyi ve doğru motor programların gelişimini desteklemeyi hedefleyen bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Bu eğitim modeli, bireyin hem bedenine hem de çevresine ilişkin farkındalığını artırarak, motor performansın iyileştirilmesini sağlar. Somatosensoriyel ve propriyoseptif sistemlerin eşzamanlı aktivasyonu; eklem bölgelerindeki esnekliği artırmakta, duyu-motor entegrasyon merkezlerinde algılayıcı ve motor girdilerin düzenlenmesini kolaylaştırmaktadır.

Araştırmalar, doğru, hızlı ve yönlendirilmiş motor yanıtların kazandırılmasına odaklanan eğitim protokollerinin düşme riskinin azaltılmasında önemli bir rol oynadığını ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, sensörimotor eğitim programları teknoloji destekli araçlar ve çeşitli ekipmanlar kullanılarak çeşitlendirilebilmekte; bireye özgü, hedefe yönelik müdahalelerin planlanmasına olanak tanımaktadır. Yürüyüş eğitimi, propriyoseptif egzersizlerin önemli bir bileşeni olup, özellikle postüral kontrolün desteklenmesinde sıkça başvurulan bir yöntemdir.

Propriyoseptif eğitim; hem statik hem de dinamik dengeyi geliştirmeye yönelik etkili bir yaklaşımdır ve dolayısıyla düşme sıklığının azaltılmasında klinik olarak anlamlı katkılar sunmaktadır. Sluga ve arkadaşlarının (2010) yürüttüğü bir meta-analiz çalışmasında, haftada 2 ila 3 kez uygulanan, her seansı ortalama 45 dakika süren ve 8 ila 18 hafta boyunca sürdürülen prop-

riyoseptif ve sensörimotor eğitim programlarının düşme riskini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir(32).

4.5. Diğer Tedaviler

Kısa süreli yoga temelli müdahaleler, 65 yaş ve üzeri bireylerde dinamik denge üzerinde anlamlı iyileşmelere yol açmakta ve yürüyüş performansının optimize edilmesine katkı sağlamaktadır. Düzenli yoga uygulamalarının, yaşlı bireylerde anabolik süreçleri desteklediği bildirilmektedir. Müdahale sonrasında yoga yapan bireylerde vücut yağ oranında azalma ve kas kütlelerinde artış gözlenmiştir; ayrıca denge kapasitelerinde iyileşmeler tespit edilmiştir (33).

Yoga, protein metabolizmasını olumlu yönde etkileyerek, ileri yaşlarda sık karşılaşılan kas kaybının önlenmesinde ve kadınlarda kas kütlelerinin korunmasında yararlı olabilmektedir. Ayrıca, öznel mutluluk, enerji düzeyi, canlılık hissi ve sosyal denge algısında artış gibi psikososyal kazanımlar sağladığı belirtilmektedir (33).

Yoga temelli uygulamalarla artan beden farkındalığı, postüral asimetriyi azaltmakta, denge kontrolünü geliştirmekte ve işlevsel hareketlilikle birlikte öz yeterlilik algısını desteklemektedir. Bu yönleriyle yoga, yaşlı bireylerde dengeyi artırma ve düşmeyi önleme açısından önemli bir halk sağlığı müdahalesidir. Düzenli yoga pratiği, esneklik, denge ve kas gücü kapasitelerini artırarak düşme ve fiziksel güçsüzlük riskini azaltmaktadır (34).

Tai Chi, yaşlı bireylerde postüral dengeyi geliştirme ve düşme sıklığını azaltma açısından etkili bir yaklaşımdır. Uygulama, bireylerin denge kontrolünü artırmakta ve etkili salınım stratejileri geliştirmelerini sağlayarak diskineziyi azaltmaktadır. Tai Chi protokolleri, ağırlık transferi ve ayak bileği stratejilerinin kullanımını ön planda tutar; bireyin ağırlık merkezini denge sınırlarına doğru güvenli biçimde yönlendirmesine yardımcı olur. Uygulama sırasında dar ve geniş duruş pozisyonları arasında geçiş yapılması, destek bacağı üzerinde durma süresini ve salınım bacağının hareket süresini artırır (33).

Tai Chi, gövde rotasyonlarını dik postürde gerçekleştirmeyi teşvik ederken, ayak bileği dorsifleksiyonu ve plantar fleksiyonunu artırmak amacıyla ileri ve geri adım hareketlerine yer verir. Bu öğeler, denge ve duruş kontrolünün gelişmesine katkı sağlar. Uygulamanın düşük alan gereksinimi, ekipmansız uygulanabilirliği ve her ortamda gerçekleştirilebilir olması, yaşlı bireyler için avantaj oluşturmaktadır. Nazik ve akıcı hareket yapısıyla düşük-orta yoğunluklu bir egzersiz olarak tanımlanan Tai Chi, yaşlı bireyler dahil olmak üzere geniş bir katılımcı kitlesi tarafından uygulanabilir. Ancak bazı Tai Chi stillerinin ileri yaş grubundaki bireyler için ilk aşamada öğrenilmesi güç olabileceğinden, kısa formlarla başlanması önerilmektedir (33).

Yoga genellikle mat veya kum gibi daha az sabit yüzeylerde çıplak ayakla uygulanırken, Tai Chi karo zemin veya sert toprak gibi daha sabit yüzeylerde icra edilmektedir. Bu nedenle, yoga sırasında denge kontrolü sağlamak, Tai

Chi'ye kıyasla daha fazla zorluk içerebilmektedir (35).

Pilates egzersizlerinin, postüral kas gücü, çekirdek stabilitesi ve nöromüs-küler kontrol gibi motor kontrol bileşenlerini geliştirdiği bildirilmektedir. Bu gelişmelerin, proprioseptif duyarlılıktaki artışla ilişkili olduğu gösterilmiştir (36). Yaşlı bireylerde uygulanan Pilates programlarının, düşme sayısının azaltılmasında etkili olduğu ve Pilates topu gibi destekleyici ekipmanların kas gücünü artırmada ek fayda sağladığı belirtilmektedir (37,39).

Pilates, zemin matı üzerinde gerçekleştirildiğinde ekonomik, ulaşılabilir ve güvenli bir egzersiz biçimi olarak tanımlanmaktadır. Bu yönüyle yaşlı bireylerin aktif ve bağımsız yaşam sürdürmelerini desteklemekte ve Sağlıklı Yaşlanma hedeflerine ulaşmada etkili bir strateji oluşturmaktadır. Egzersiz yaklaşımı; esneklik, kuvvet, gövde stabilitesi, solunum, motor kontrol ve postüral farkındalık unsurlarını kapsamaktadır. Bu bütüncül yapı, Pilates'i beden ve zihin etkileşimini ön planda tutan bir yöntem haline getirmektedir (38).

SONUÇLAR

Yaşlanma ile birlikte insan vücudunda meydana gelen fizyolojik değişiklikler; kas gücü kaybı, postüral kontrolün azalması, denge bozuklukları ve duyuşal geribildirimde azalmaya neden olarak düşme riskini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu değişimlerin günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkisi, yaşlı bireylerin bağımsızlıklarını yitirmelerine, yaşam kalitelerinin düşmesine ve sağlık harcamalarının artmasına yol açmaktadır.

Düşmelerin önlenmesi, ancak risk faktörlerinin erken belirlenmesi ve kapsamlı bir değerlendirme süreciyle mümkün olabilmektedir. Klinik testler, gözlemsel analizler ve bireyin öyküsüne dayalı değerlendirme araçları, riskin belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Ancak değerlendirme kadar, kişiye özel ve multidisipliner müdahalelerin planlanması da sürecin ayrılmaz bir parçasıdır.

Fizik tedavi yaklaşımları; kas kuvvetinin artırılması, denge eğitimi ve postüral farkındalık çalışmaları ile temel taşı niteliğindedir. Bunun yanı sıra, Pilates, yoga ve Tai Chi gibi tamamlayıcı egzersiz yöntemleri, yaşlı bireylerde hem fiziksel hem de zihinsel işlevselliği desteklemekte, düşmeye karşı koruyucu etkiler sunmaktadır. Bu uygulamalar vücut farkındalığını artırarak denge kontrolünü geliştirirken aynı zamanda psiko-sosyal iyilik halini de olumlu yönde etkilemektedir.

Sonuç olarak, yaşlı bireylerde düşme riskinin azaltılmasına yönelik yaklaşımlar; sadece fiziksel kapasitenin artırılmasına değil, bireyin genel yaşam kalitesinin korunmasına ve sağlıklı yaşlanma sürecine katkı sağlayacak şekilde bütüncül olarak planlanmalıdır. Kişiye özel, sürdürülebilir ve kanıta dayalı müdahalelerle düşmelerin önlenmesi mümkündür ve bu konuda fizyoterapi başta olmak üzere tüm sağlık disiplinlerine önemli görevler düşmektedir.

KAYNAKÇA

1. Şişman, Hamide & Alptekin, Dudu & Dağlı, Elif. (2024). Determining the Relationship Between Frailty and Fall Risk in Elderly People Living in Nursing Homes. Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal. 11. 775-787. 10.21020/husbfd.1421343.
2. Salari, N., Darvishi, N., AhmadiPanah, M. et al. Global prevalence of falls in the older adults: a comprehensive systematic review and meta-analysis. J Orthop Surg Res 17, 334 (2022). <https://doi.org/10.1186/s13018-022-03222-1>
3. ÖZCAN, Gizem & ALPARSLAN, Güler. (2022). Huzurevinde Kalan Yaşlı Bireylerin Fiziksel Aktiviteleri ile Düşme Davranışları Arasındaki İlişki. STED / Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi. 10.17942/sted.810667.
4. Ogliari, G., Ryg, J., Andersen-Ranberg, K. et al. Association of pain and risk of falls in community-dwelling adults: a prospective study in the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE). Eur Geriatr Med 13, 1441-1454 (2022). <https://doi.org/10.1007/s41999-022-00699-1>
5. Xu, Q., Ou, X., & Li, J. (2022). The risk of falls among the aging population: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in public health, 10, 902599. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.902599>
6. Doruk Kondakçı, Dilek. (2020). Geriatrik Bireylerde Düşme Riskinin Değerlendirilmesi. Yaşlı Sorunları Araştırma Dergisi. 13. 56-63. 10.46414/yasad.721822.
7. Silva, Wagner & Luksevicius Rica, Roberta & Ramalho, Bianca & Machado, Alexandre & Pontes, Francisco & Serra, Andrey & Rodrigues, Graciele & Evangelista, Alexandre & Figueira Junior, Aylton & Alonso, Angelica & Bocalini, Danilo. (2016). Fall Determinants and Associated Factors in Older People. International Journal of Sports Science. 6. 146-152.
8. Uzun, N. (2018). Yaşlılarda Düşmeye Yol Açan Faktörler ve Koruyucu Rehabilitasyon Yaklaşımları. Sağlık Bilimleri Ve Meslekleri Dergisi, 5(2), 267-274. <https://doi.org/10.17681/hsp.343252>
9. Baltas, C. S., Balanika, A. P., Raptou, P. D., Tournis, S., Lyritis, G. P., & Hellenic guidelines on bone densitometry working group (2005). Clinical practice guidelines proposed by the Hellenic Foundation of Osteoporosis for the management of osteoporosis based on DXA results. Journal of musculoskeletal & neuronal interactions, 5(4), 388-392.
10. Kamińska, M. S., Brodowski, J., & Karakiewicz, B. (2015). Fall risk factors in community-dwelling elderly depending on their physical function, cognitive status and symptoms of depression. International journal of environmental research and public health, 12(4), 3406-3416. <https://doi.org/10.3390/ijerph120403406>
11. Smith AA, Silva AO, Rodrigues RA, MoreiraMA, Nogueira JA, Tura LF. Assessment of risk of falls in elderly living at home. Rev LatAm Enfermagem 2017;25(1):27-54.
12. Atay E, Akdeniz M. Yaşlılarda düşme, düşme korkusu ve bedensel etkinlik [Fal-

- Is in Elderly, Fear of Falling and Physical Activity]. *GeroFam [Gerofam Medicine Journal]* 2011; 2(1): 11-28.
13. Moncada, L. V. V. (2011). Management of falls in older persons: A prescription for prevention. *American Family Physician*, 84(11), 1267-1276.
 14. Ekşi Uymaz, P., & Nahcivan, N. (2013). Yaşlılar İçin Düşme Davranışları Ölçeği'nin Geçerlik ve Güvenirliği. *Florence Nightingale Journal of Nursing*, 21(1), 22-32.
 15. Sertel M, Tarsuslu Şimşek T, Tütün Yümin E. Yaşlılarda kognitif durum, depresyon düzeyi ve denge arasındaki ilişkinin incelenmesi. *JETR*. 2016;3(3):90-5.
 16. Jung H, Park H-A. Testing the Predictive Validity of the Hendrich II Fall Risk Model. *Western Journal of Nursing Research*. 2018;40(12):1785-1799. doi:10.1177/0193945918766554
 17. Yaşar Çifci, G. (2015). *Hastaların düşme riskinin belirlenmesinde Hendrich II ve İtali düşme riski değerlendirme ölçeklerinin karşılaştırılması* (Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>
 18. Demir NY, İntepeler ŞS. Morse düşme ölçeğinin türkçe'ye uyarlanması ve duyarlılık seçicilik düzeyinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi* 2012;28(1):57-71.
 19. Ulus Y, Durmus D, Akyol Y, Terzi Y, Bilgici A, Kuru O. Reliability and validity of the Turkish version of the Falls Efficacy Scale International (FES-I) in communitydwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54(3):429-433.
 20. Klinkenberg, W. D., & Potter, P. (2017). Validity of the Johns Hopkins Fall Risk Assessment Tool for Predicting Falls on Inpatient Medicine Services. *Journal of nursing care quality*, 32(2), 108-113. <https://doi.org/10.1097/NCQ.0000000000000210>
 21. André Lacroix, Reto W. Kressig, Thomas Muehlbauer, Yves J. Gschwind, Barbara Pfenninger, Othmar Bruegger, Urs Granacher; Effects of a Supervised versus an Unsupervised Combined Balance and Strength Training Program on Balance and Muscle Power in Healthy Older Adults: A Randomized Controlled Trial. *Gerontology* 1 April 2016; 62 (3): 275-288. <https://doi.org/10.1159/000442087>
 22. Khumpaneid, N., Phoka, T., & Khongprasert, S. (2022). Effects of Modified-Otago Exercise Program on Four Components of Actual Balance and Perceived Balance in Healthy Older Adults. *Geriatrics*, 7(5), 88. <https://doi.org/10.3390/geriatrics7050088>
 23. Papalia, G. F., Papalia, R., Diaz Balzani, L. A., Torre, G., Zampogna, B., Vasta, S., Fossati, C., Alifano, A. M., & Denaro, V. (2020). The Effects of Physical Exercise on Balance and Prevention of Falls in Older People: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of clinical medicine*, 9(8), 2595. <https://doi.org/10.3390/jcm9082595>
 24. Gelecek, N., (2018). *Terapatik Egzersiz Güncel Yaklaşımlar*. 2.Baskı. O'Tıp Kita-

bevi ve Yayıncılık. İzmir.

25. Lee, K.J., Lee, M.M., Shin, D.C., Shin, S.H., Song, C.H. (2014) The effects of a balance exercise program for enhancement of gait function on temporal and spatial gait parameters in young people with intellectual disabilities. *Journal of Physical Therapy Science*, 26 (4), 513.
26. Lesinski, M., Hortobágyi, T., Muehlbauer, T., Gollhofer, A., & Granacher, U. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(12), 1721–1738. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y>
27. Ishigaki, E. Y., Ramos, L. G., Carvalho, E. S. ve Lunardi, A. C. (2014). Effectiveness of muscle strengthening and description of protocols for preventing falls in the elderly: a systematic review. *Brazilian journal of physical therapy*, 18(2), 111–8.
28. Sanchez M, Vidal JS, Bichon A, et al. Impact of a public open-access community-based physical activity and fall prevention program on physical performance in older adults. *Eur J Public Health* 2023;33(1):132-138.
29. Becker C, Kron M, Lindemann U, Sturm E, Eichner B, Walter-Jung B, et al. Effectiveness of a multifaceted intervention on falls in nursing home residents. *J Am Geriatr Soc*. 2003;51(3):306-313. PMID:12588573. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1532-5415.2003.51103.x>
30. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR, Herbert RD, Cumming RG, Close JCT. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc*. 2008;56(12):2234-43. PMID:19093923. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x>
32. Reddy, R. S. ve Alahmari, K. A. (2016). Effect of Lower Extremity Stretching Exercises on Balance in Geriatric Population. *International journal of health sciences*, 10(3), 389–95.
33. Pšeničnik Sluga, S., & Kozinc, Z. (2024). Sensorimotor and proprioceptive exercise programs to improve balance in older adults: a systematic review with meta-analysis. *European journal of translational myology*, 34(1), 12010. <https://doi.org/10.4081/ejtm.2024.12010>
34. Krejčí, M., Hill, M., Kajzar, J., Tichý, M., & Hošek, V. (2022). Yoga Exercise Intervention Improves Balance Control and Prevents Falls in Seniors Aged 65. *Zdravstveno varstvo*, 61(2), 85–92. <https://doi.org/10.2478/sjph-2022-0012>
35. Bahramian, Fatemeh & Mousavi, Seyed & Aslani, Mohammad & Ahmadinejad, Bahareh & Bayati, Hamideh & Jalali, Alireza & Mousavi, Abolfazl. (2023). Dance-based interventions on balance and falls in the elderly in order to health promotion: a literature review. *Journal of Public Health and Development*. 21. 257-272. [10.55131/jphd/2023/2101120](https://doi.org/10.55131/jphd/2023/2101120).
36. Jelita MA, Tanjung JR, Haryono IR, Prastowo NA. A comparison of balance and leg muscle strength between tai chi and yoga in older adults: A cross sectional study. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*. 2021;13(3):9.

37. Sofianidis G, Dimitriou AM, Hatzitaki V. A Comparative Study of the Effects of Pilates and Latin Dance on Static and Dynamic Balance in Older Adults. *J Aging Phys Act.* 2017;25(3):412-9.
38. Irez GB, Ozdemir RA, Evin R, Irez SG, Korkusuz F. Integrating pilates exercise into an exercise program for 65+ year old women to reduce falls. *J Sports Sci Med.* 2011;10(1):105-11.
39. Markovic G, Sarabon N, Greblo Z, Krizanic V. Effects of feedback-based balance and core resistance training vs. Pilates training on balance and muscle function in older women: a randomized-controlled trial. *Arch Gerontol Geriatr.* 2015;61(2):117-23.
40. Kesin, M., Atak, M., Öztan, G., & İşsever, H. (2023). Huzurevinde Yaşayan Bireylerde Fiziksel Aktivite Düzeyleri İle Denge Düzeyleri Arasındaki İlişki. *Nobel Medicus*, 19(2), 128-135.